A-PDF Watermark DEMO: Purchase from www.A-PDF.com to remove the watermark

مروری بر روش های تولید برودت
بخش اول: روش های مرسوم

دکتر فرزاد جعفرکاظمی
عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب
www.jafarkazemi.com

http://mohandes-iran.com

عناوین مطالب

- سرمایش به کمک روش تبخیری
- سرمایش تراکمی
- سرمایش جذبی با جاذب مایع

http://mohandes-iran.com

کاربردها

Sector	Subsector	Examples
Air Conditioning	Unitary air conditioning	Room air conditioner
	Chillers	AC chiller for the cooling of office buildings
	Mobile AC	Passenger car
Refrigeration	Domestic refrigeration	Refrigerators, freezers
	Commercial Refrigeration	Vending machines, integrated supermarket cooling
	Industrial Refrigeration	Condensing unit in food processing
	Transport Refrigeration	Transport of perishable foods in cooled lorries

http://mohandes-iran.com

پیک بار در تابستان به دلیل استفاده از سیستم های سرمایشی

شرح مصارف	رقم	شمارنده قبلی	شمارنده کنونی	ضریب	مصرف
میان باری	۶	۳۶۳۱.۵۰	۳۷۳۲	۸۸۰	۸۸۴۴۰
اوج بار	۶	۶۶۴.۰۰	۶۸۳	۸۸۰	۱۶۷۲۰
کم باری	۶	۱۱۸۴.۵۰	۱۲۱۹	۸۸۰	۳۰۳۶۰

پیک بار همزمان شبکه سراسری			
1390			
حداکثر بار (MW)	ساعت	روز	ماه
28332	20:24	31	فروردین
33058	21:25	31	اردیبهشت
36794	21:53	30	خرداد
41014	14:48	18	تیر
42248	14:47	12	مرداد
38510	20:34	01	شهریور
34147	19:13	03	مهر
29593	17:54	04	آبان
29442	17:56	23	آذر
29757	17:53	11	دی
29422	18:15	11	بهمن
29514	18:49	22	اسفند

http://mohandes-iran.com

Source: http://amar.tavanir.org.ir/

پیک بار در تابستان به دلیل استفاده از سیستم های سرمایشی

پیک بار همزمان شبکه سراسری			
1391			
حداکثر نیاز مصرف اصلاحی(MW)	ساعت	روز	ماه
30011	20:37	23	فروردین
36287	14:07	31	اردیبهشت
40410	14:53	27	خرداد
42321	14:37	24	تیر
43337	14:55	24	مرداد
41117	14:27	01	شهریور
36512	19:08	01	مهر
31879	18:58	01	آبان
30188	17:41	26	آذر
30586	18:25	25	دی
30721	18:34	29	بهمن
30772	19:03	19	اسفند

http://mohandes-iran.com

Source: http://amar.tavanir.org.ir/

پیک بار در تابستان به دلیل استفاده از سیستم های سرمایشی

پیک بار همزمان شبکه سراسری			
1392			
حداکثر نیاز مصرف اصلاحی(MW)	ساعت	روز	ماه
32351	21:00	31	فروردین
34873	20:56	24	اردیبهشت
42286	14:11	27	خرداد
45569	14:43	26	تیر
44965	14:20	2	مرداد
43216	14:49	4	شهریور
38696	19:13	1	مهر
32649	18:24	4	آبان
32453	17:51	18	آذر
32738	18:07	8	دی
32688	18:44	28	بهمن
32461	18:49	10	اسفند

http://mohandes-iran.com

Source: http://amar.tavanir.org.ir/

عناوین مطالب

پیک بار همزمان شبکه سراسری			
1393			
حداکثر نیاز مصرف اصلاحی(MW)	ساعت	روز	ماه
34448	20:57	30	فروردین
38479	14:27	22	اردیبهشت
45321	14:21	31	خرداد
47315	15:02	21	تیر
48798	15:24	04	مرداد
46145	14:32	02	شهریور
39840	19:28	01	مهر
33156	18:13	06	آبان
32583	17:54	17	آذر
33117	17:57	21	دی
33172	18:31	26	بهمن
32569	18:44	11	اسفند

http://mohandes-iran.com

Source: http://amar.tavanir.org.ir/

پیک بار در تابستان به دلیل استفاده از سیستم های سرمایشی

شرح مصارف	رقم	شمارنده قبلی	شمارنده کنونی	ضریب	مصرف
میان باری	۶	۳۶۳۱.۵۰	۳۷۳۲	۸۸۰	۸۸۴۴۰
اوج بار	۶	۶۶۴.۰۰	۶۸۳	۸۸۰	۱۶۷۲۰
کم باری	۶	۱۱۸۴.۵۰	۱۲۱۹	۸۸۰	۳۰۳۶۰

پیک بار همزمان شبکه سراسری			
1390			
حداکثر بار (MW)	ساعت	روز	ماه
28332	20:24	31	فروردین
33058	21:25	31	اردیبهشت
36794	21:53	30	خرداد
41014	14:48	18	تیر
42248	14:47	12	مرداد
38510	20:34	01	شهریور
34147	19:13	03	مهر
29593	17:54	04	آبان
29442	17:56	23	آذر
29757	17:53	11	دی
29422	18:15	11	بهمن
29514	18:49	22	اسفند

http://mohandes-iran.com

Source: http://amar.tavanir.org.ir/

پیک بار در تابستان به دلیل استفاده از سیستم های سرمایشی

پیک بار همزمان شبکه سراسری			
1391			
حداکثر نیاز مصرف اصلاحی(MW)	ساعت	روز	ماه
30011	20:37	23	فروردین
36287	14:07	31	اردیبهشت
40410	14:53	27	خرداد
42321	14:37	24	تیر
43337	14:55	24	مرداد
41117	14:27	01	شهریور
36512	19:08	01	مهر
31879	18:58	01	آبان
30188	17:41	26	آذر
30586	18:25	25	دی
30721	18:34	29	بهمن
30772	19:03	19	اسفند

http://mohandes-iran.com

Source: http://amar.tavanir.org.ir/

پیک بار در تابستان به دلیل استفاده از سیستم های سرمایشی

پیک بار همزمان شبکه سراسری			
1392			
حداکثر نیاز مصرف اصلاحی(MW)	ساعت	روز	ماه
32351	21:00	31	فروردین
34873	20:56	24	اردیبهشت
42286	14:11	27	خرداد
45569	14:43	26	تیر
44965	14:20	2	مرداد
43216	14:49	4	شهریور
38696	19:13	1	مهر
32649	18:24	4	آبان
32453	17:51	18	آذر
32738	18:07	8	دی
32688	18:44	28	بهمن
32461	18:49	10	اسفند

http://mohandes-iran.com

Source: http://amar.tavanir.org.ir/

عناوین مطالب

پیک بار همزمان شبکه سراسری			
1393			
حداکثر نیاز مصرف اصلاحی(MW)	ساعت	روز	ماه
34448	20:57	30	فروردین
38479	14:27	22	اردیبهشت
45321	14:21	31	خرداد
47315	15:02	21	تیر
48798	15:24	04	مرداد
46145	14:32	02	شهریور
39840	19:28	01	مهر
33156	18:13	06	آبان
32583	17:54	17	آذر
33117	17:57	21	دی
33172	18:31	26	بهمن
32569	18:44	11	اسفند

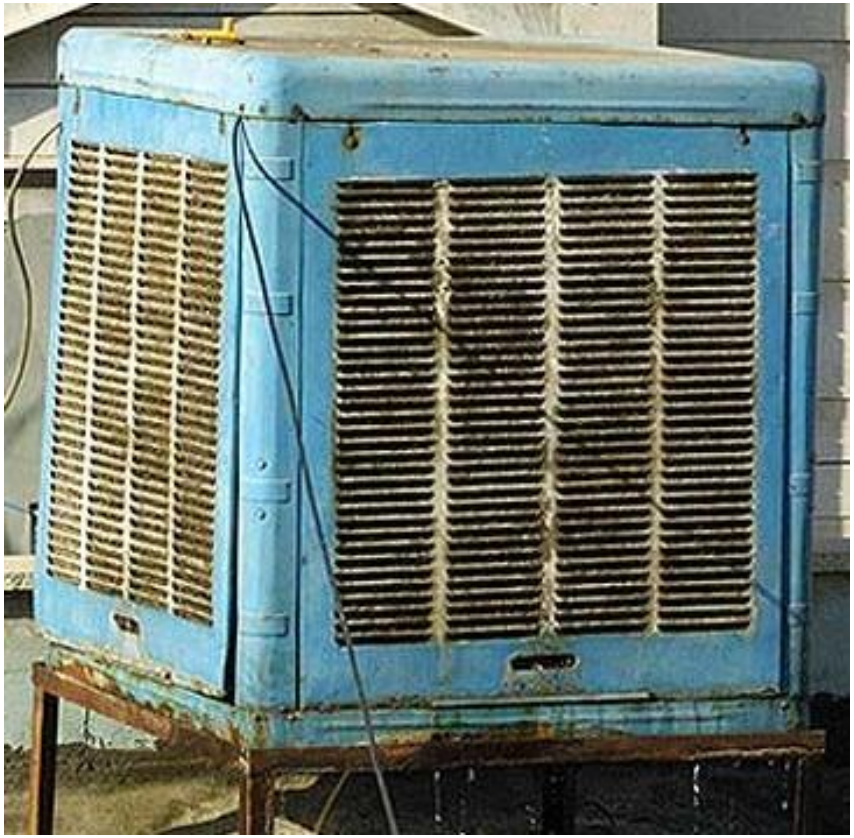
http://mohandes-iran.com

Source: http://amar.tavanir.org.ir/

سرمایش به کمک روش تبخیری

http://mohandes-iran.com

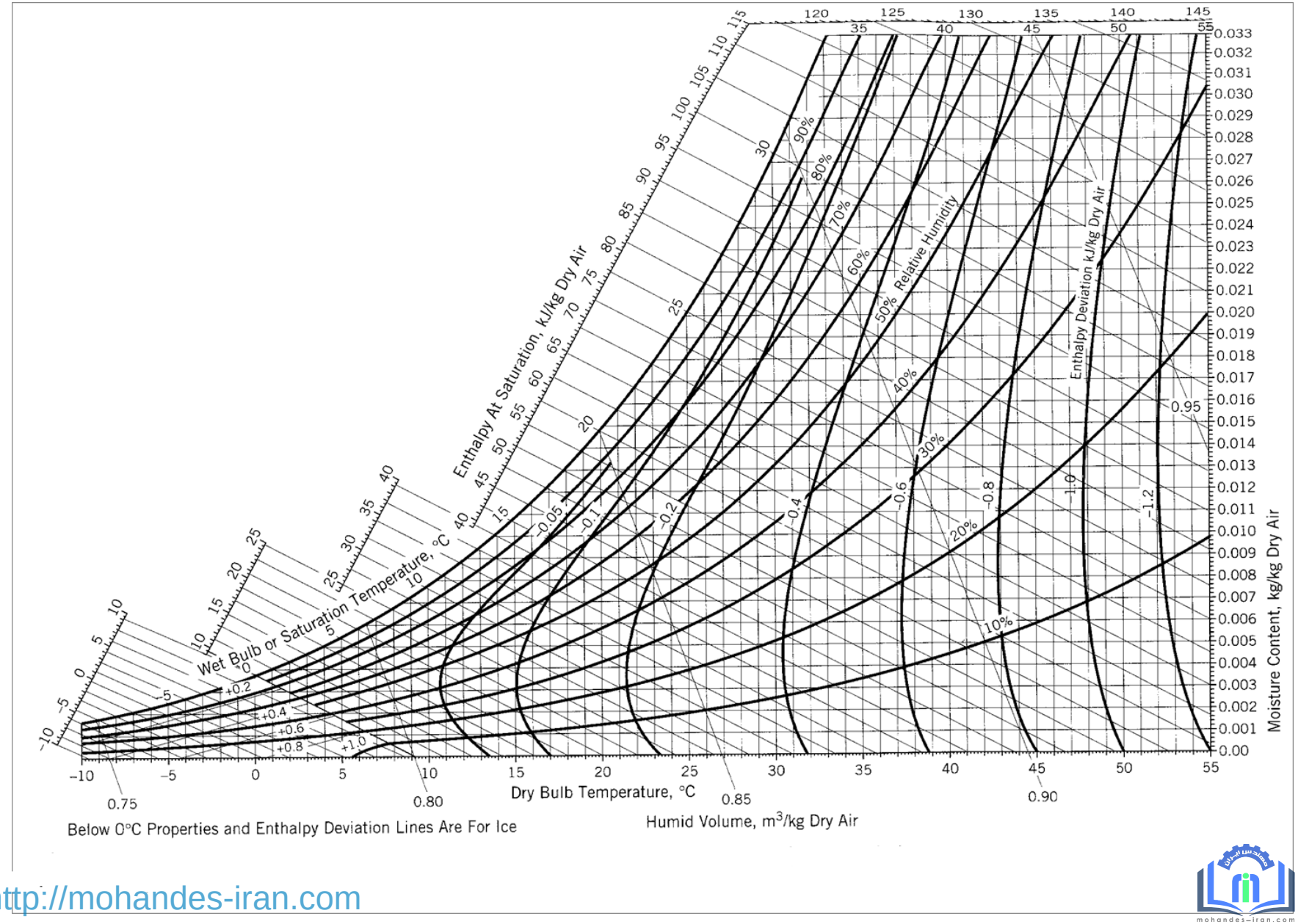
سرمایش به کمک روش تبخیری - کولر آبی



http://mohandes-iran.com

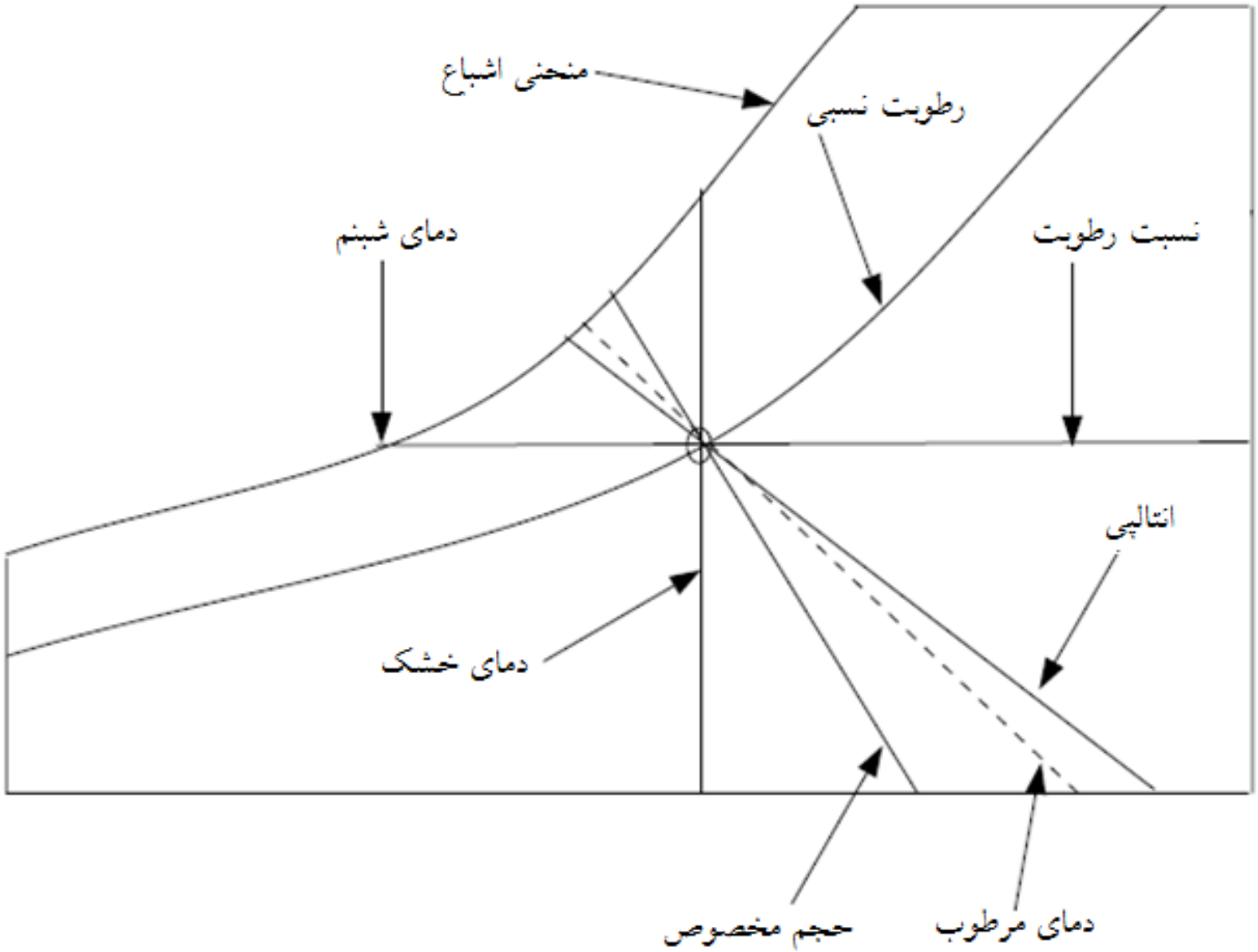
سرمایش به کمک روش تبخیری - ایر واشر

منحنی رطوبی هوا (سایکرومتری)



http://mohandes-iran.com

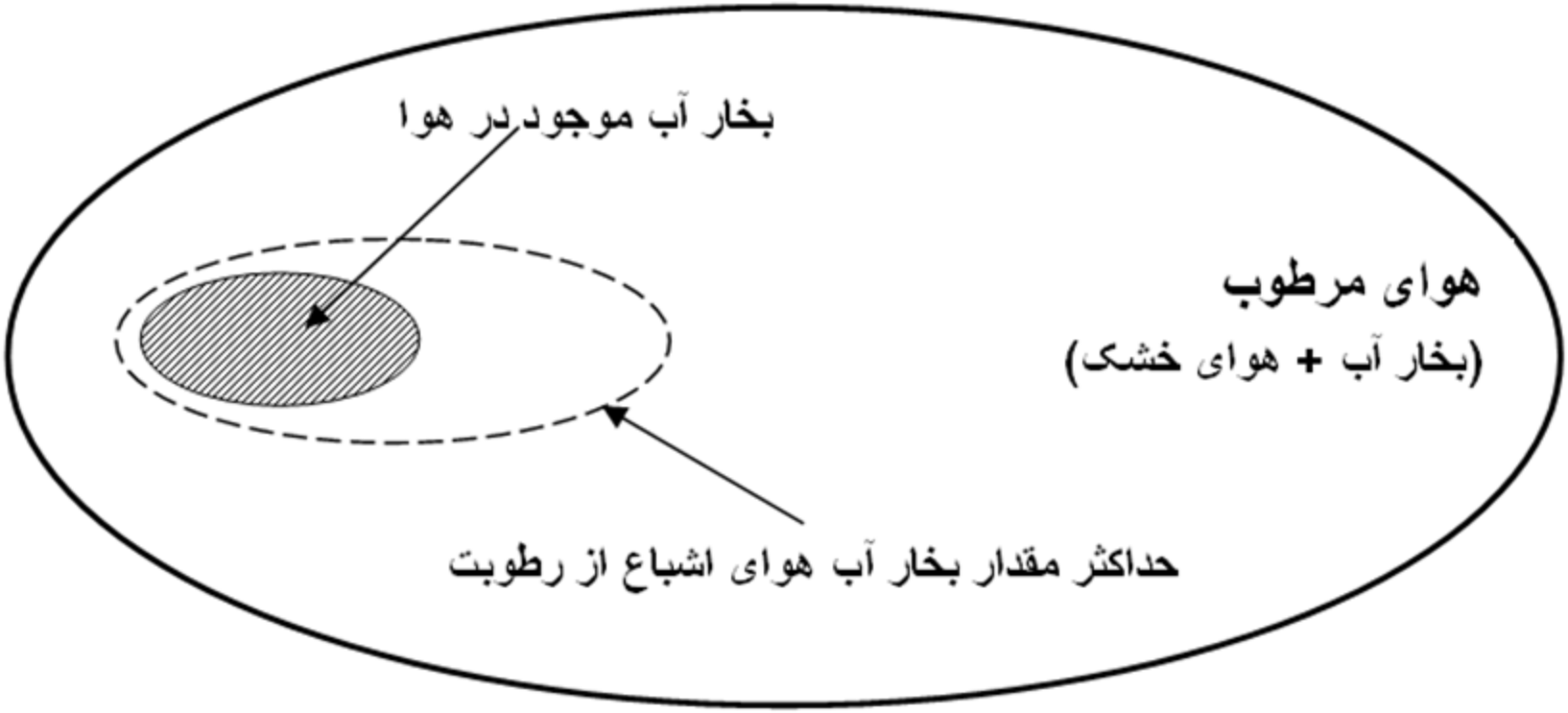
منحنی رطوبی هوا (سایکرومتری)



شکل ۳ـ۷. پارامترهای نمودار سایکرومتری (نمودار هوای مرطوب).

http://mohandes-iran.com

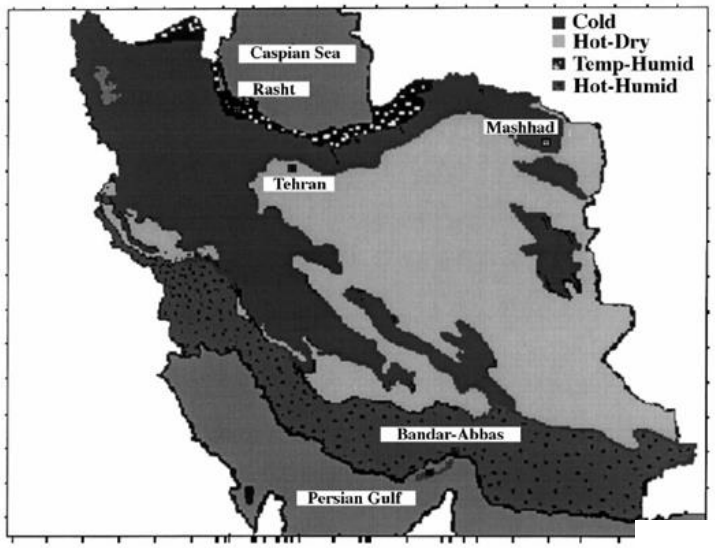
منحنی رطوبی هوا (سایکرومتری)



شکل ۳ـ۱. هوای مرطوب.

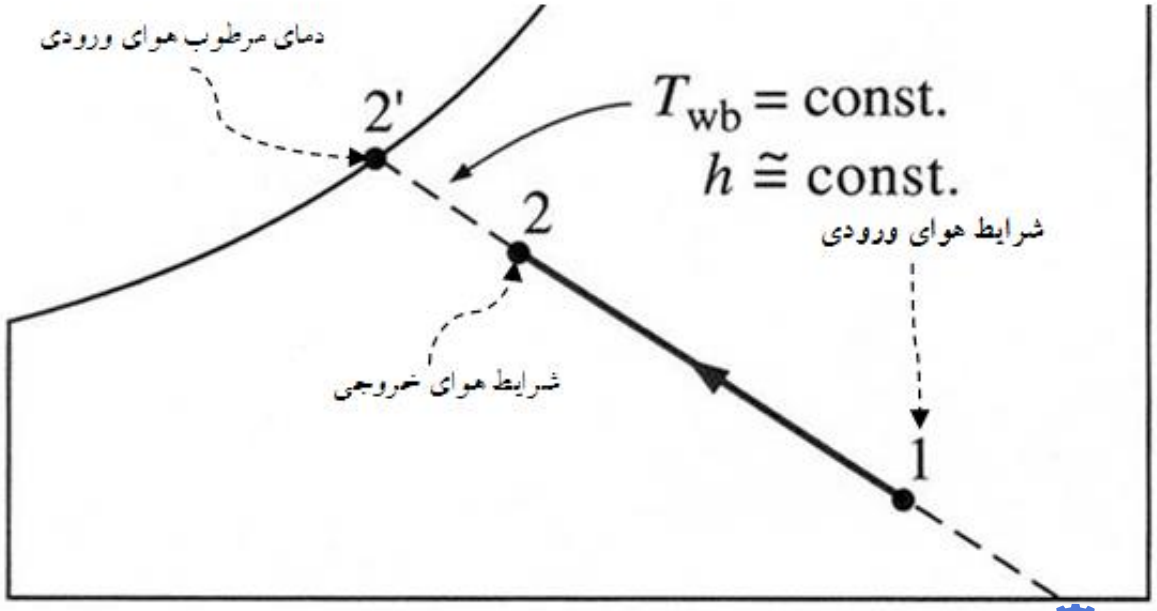
http://mohandes-iran.com

اساس کار سیستم های تبخیری و محدوده کاربرد آن ها



شکل ۳ـ۳. دسته‌بندی آب و هوایی ایران.

$$\eta = \frac{(T_1 - T_2)}{(T_1 - T_{wb})} \times ۱۰۰$$



شکل ۳ـ۲۶. فرایند سرمایش تبخیری.

http://mohandes-iran.com

مصرف آب سیستم های تبخیری

هوایی با دمای خشک ۳۵ و دمای مرطوب ۲۱ درجهٔ سانتی‌گراد از یک کولر آبی با راندمان اشباع ۸۰ درصد عبور داده می‌شود. اگر دبی هوا ٤۰۰۰ کیلوگرم بر ساعت باشد،

الف- دمای خشک و رطوبت نسبی هوای خروجی را به‌دست آورید.

ب- مقدار آب مصرف شده در این کولر در هر ساعت چقدر است؟

حل: الف- فرایند فوق در شکل ۳-۲٦ نشان داده شده است. با استفاده از رابطهٔ ۳-٤۳ داریم:

$$۰/۸ = \frac{(۳۵ - T_۲)}{(۳۵ - ۲۱)} \qquad \Rightarrow T_۲ = ۲۳/۸^\circ C$$

با استفاده از دیاگرام سایکرومتری سایر مشخصات هوای خروجی عبارت‌اند از:

$$\phi_۲ = ۷۸/۲\,\%$$

$$\omega_۲ = ۱٤/۵\ gr/Kg$$

ب- با استفاده از رابطهٔ ۳-٤٤ و معلوم بودن نسبت رطوبت هوای ورودی و خروجی داریم:

$$\dot{m}_w = ٤۰۰۰[Kg/hr](۱٤/۵ - ۹/۸۸)[gr/Kg] = ۱۸٤۸۰\ gr\ Water/hr$$

یعنی نزدیک به ۲۰ لیتر بر ساعت!

http://mohandes-iran.com

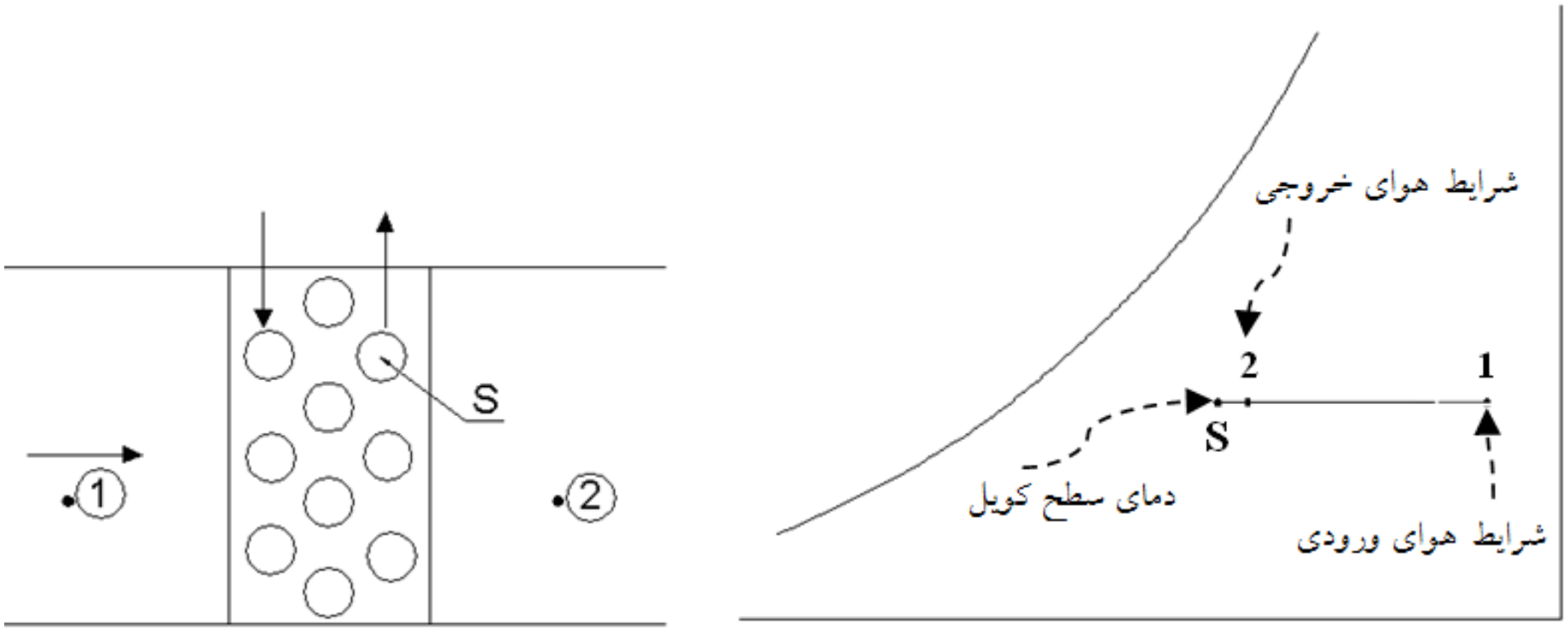
سرمایش به کمک روش تراکمی

http://mohandes-iran.com

سرمایش تراکمی

http://mohandes-iran.com

سرد کردن هوا با عبور آن از روی یک کویل سرد



شکل ۳ـ۱۹. فرایند سرمایش محسوس هوا با عبور آن از روی یک کویل سرد.

http://mohandes-iran.com

کاربردهای سرمایش تراکمی- تهویه مطبوع اطاقی

کولر گازی پنجره ای

کولر گازی اسپلیت

http://mohandes-iran.com

انواع چیلر

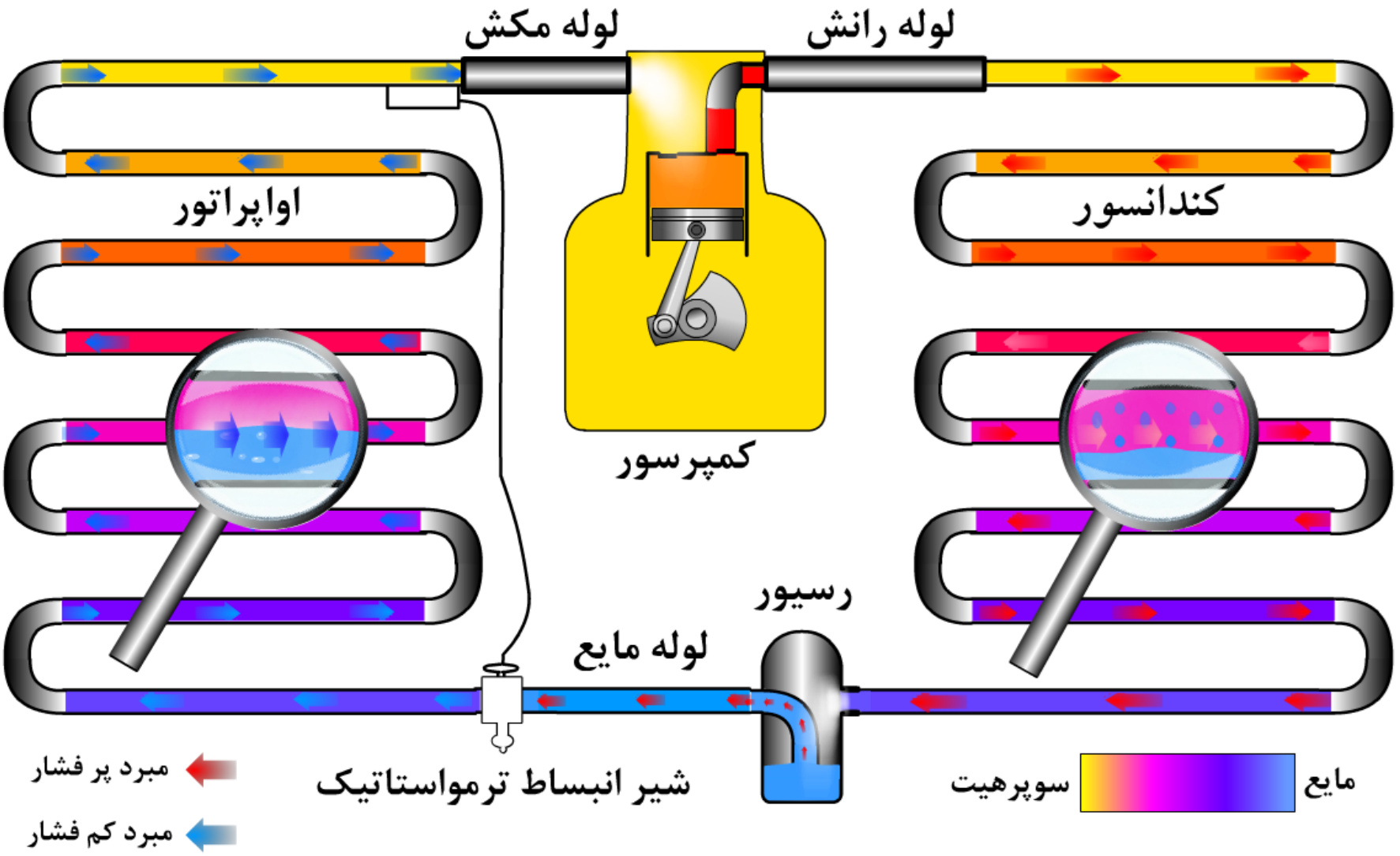
کاربردهای سرمایش تراکمی – نگهداری مواد غذایی

http://mohandes-iran.com

کاربردهای سرمایش تراکمی – نگهداری مواد غذایی

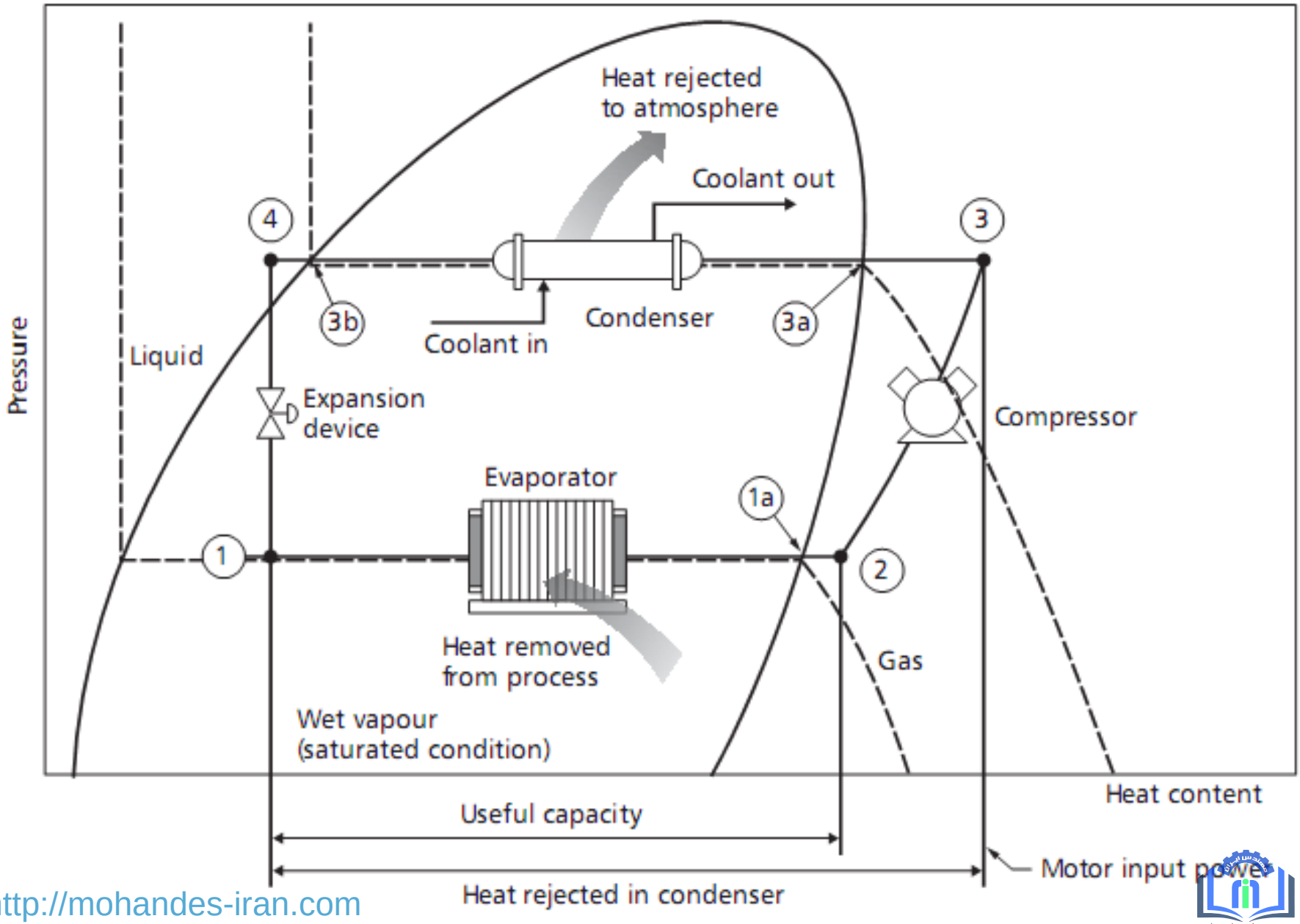
http://mohandes-iran.com

اساس کار سیستم تبرید تراکمی



http://mohandes-iran.com

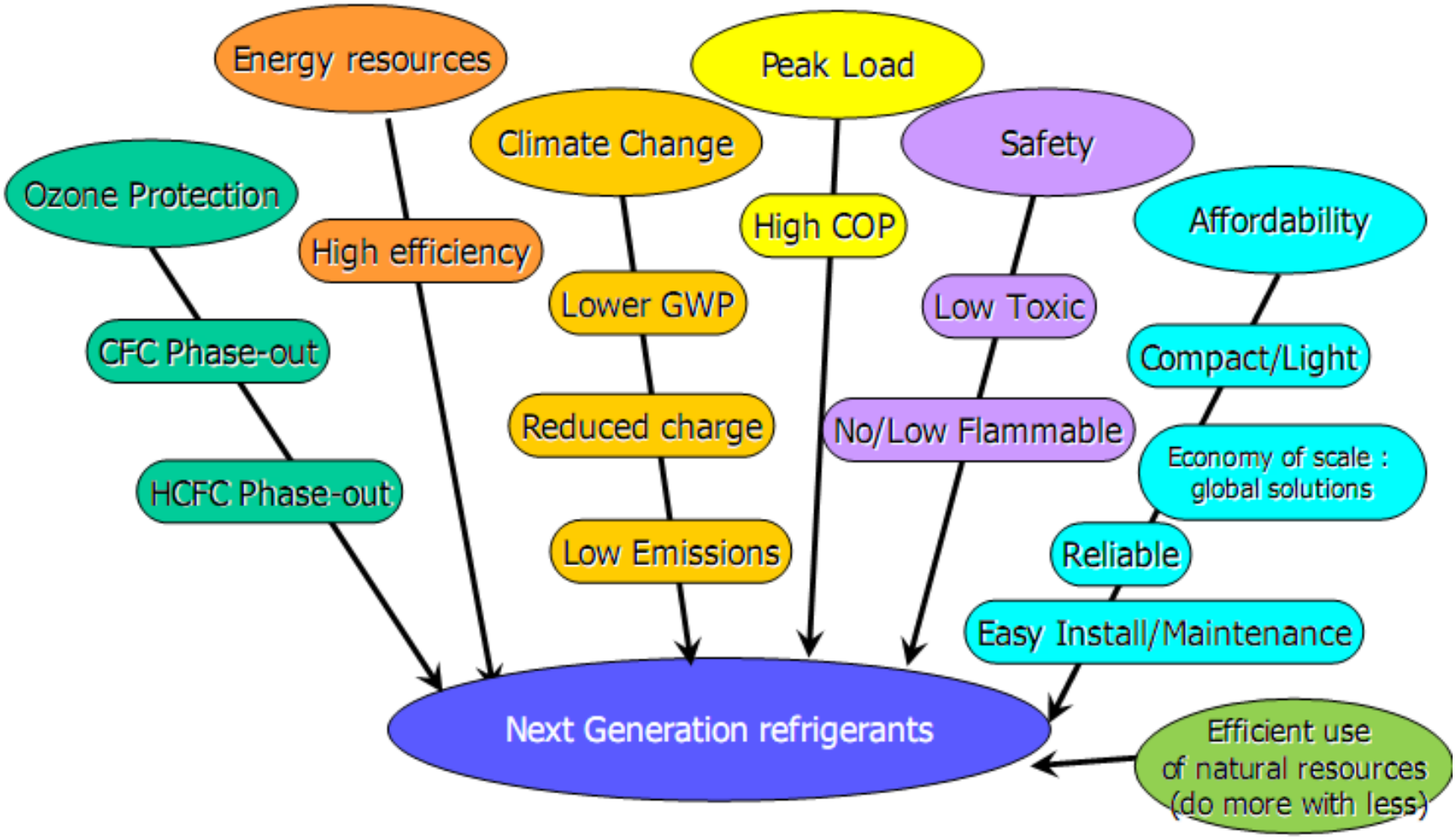
اساس کار سیستم تبرید تراکمی



http://mohandes-iran.com

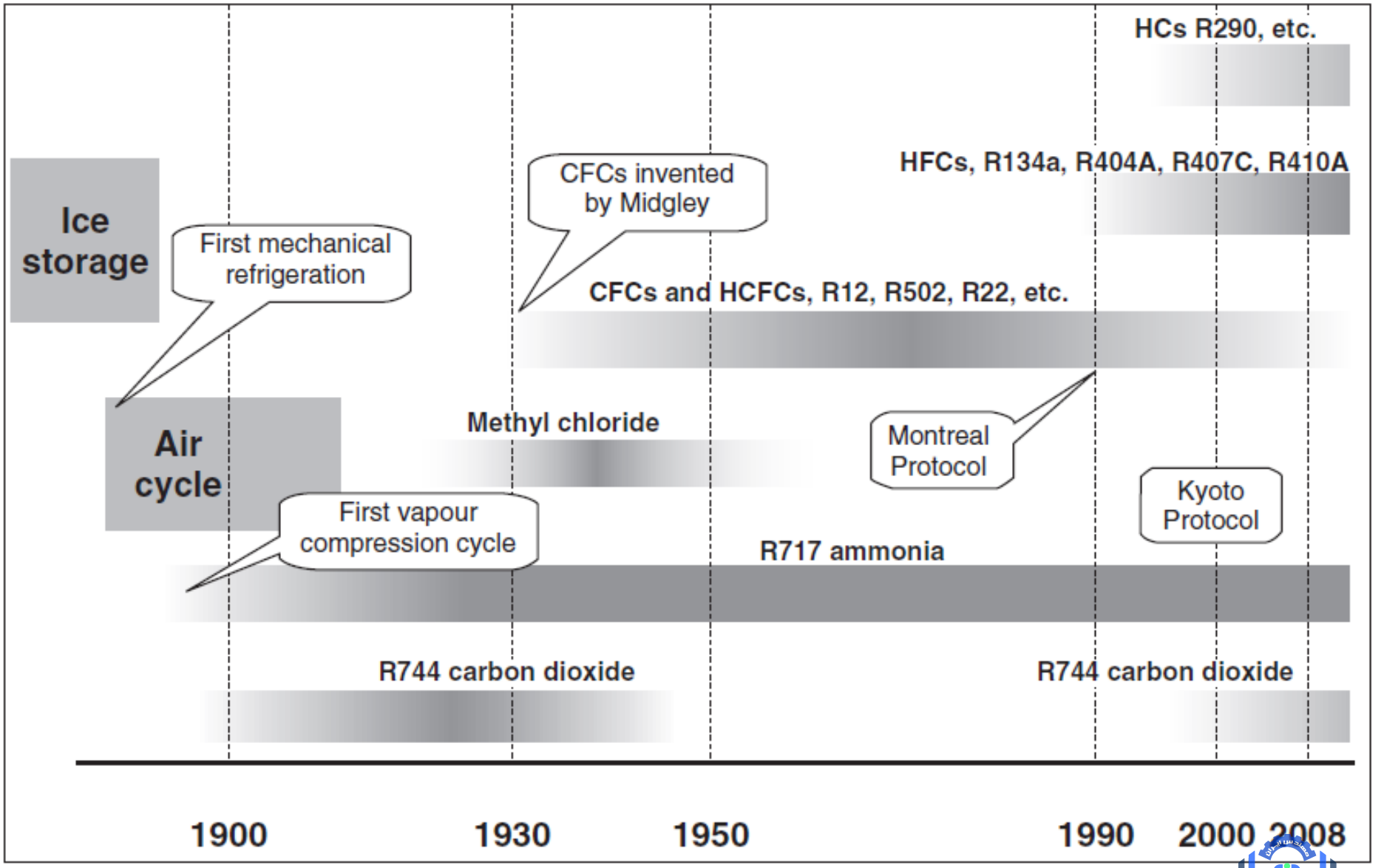
DAIKIN

Factors to Consider When Making a Choice



http://mohandes-iran.com

سیستم تبرید تراکمی – مبردها و روند استفاده از آن ها



http://mohandes-iran.com

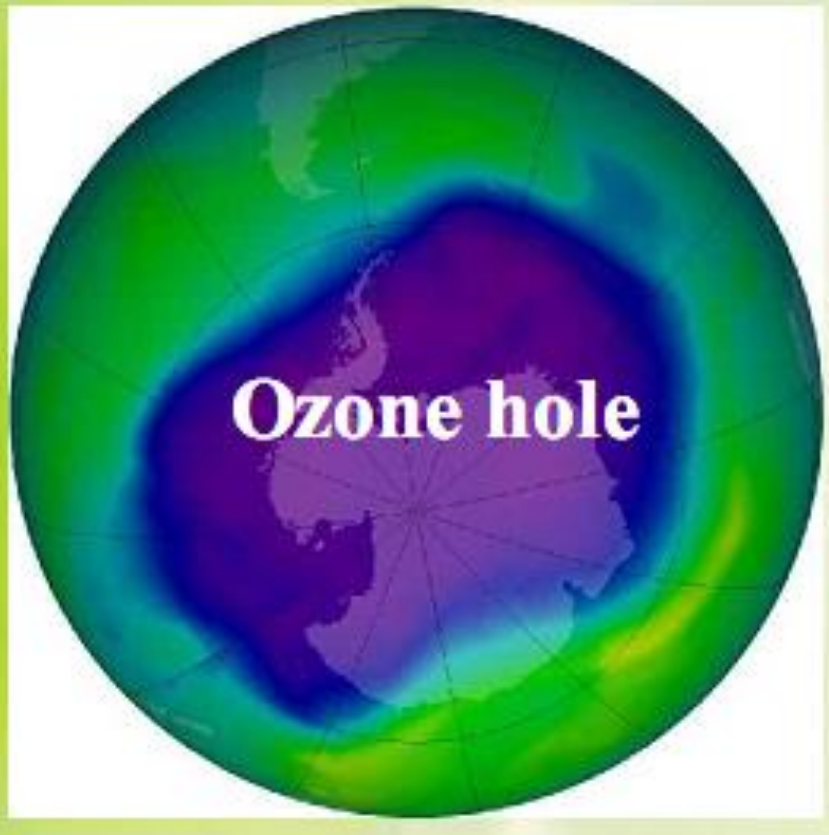
سیستم تبرید تراکمی – کاربرد مبردها

جدول ۵ـ۱. مبردهای مرسوم در سال‌های قبل از اعمال محدودیت‌های زیست محیطی.

مبرد	کاربرد
R۱۱	چیلرهایی که دارای کمپرسور سانتریفوژ باشند
R۱۲	سیستم‌های تبرید خانگی و کوچک مانند: یخچال، فریزر، آب سردکن سردخانه‌های کوچک و کولر خودرو
R۲۲	دستگاه‌های تهویهٔ مطبوع، چیلرها سیستم‌های تهویهٔ مطبوع کوچک (کولر گازی) سردخانه‌ها
R۵۰۲	سردخانه‌ها مخصوصاً سردخانه‌هایی با دمای پایین سردخانه‌های متحرک
(R۷۱۷) آمونیاک	سردخانه‌های بزرگ

http://mohandes-iran.com

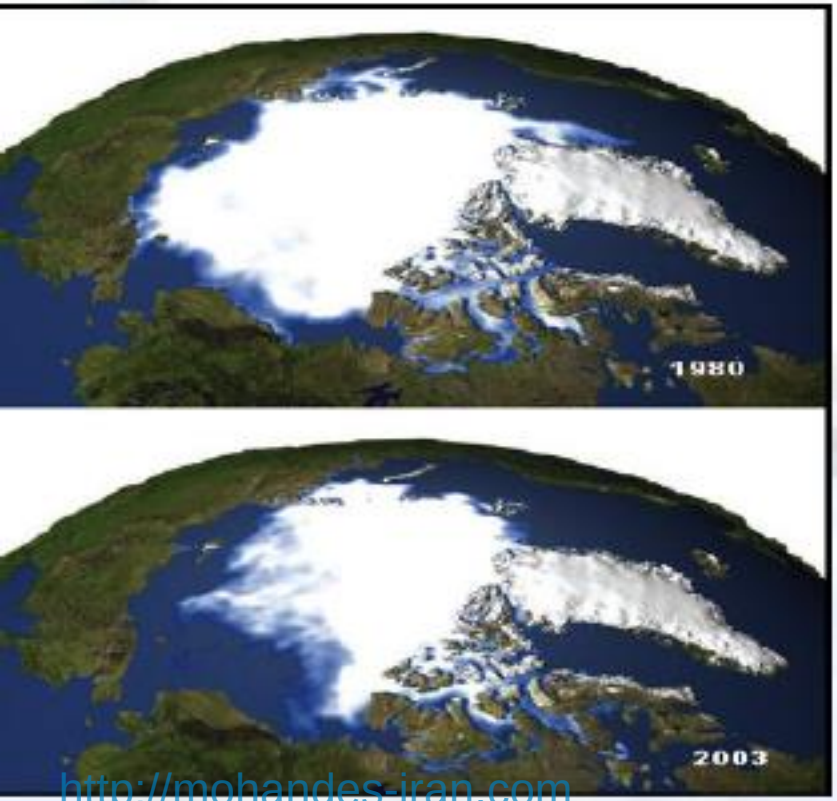
Ozone depletion

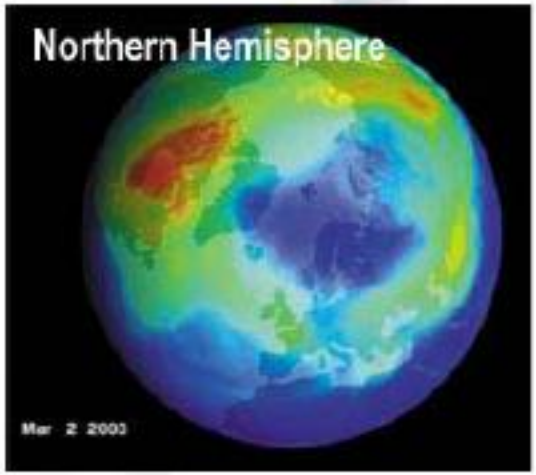


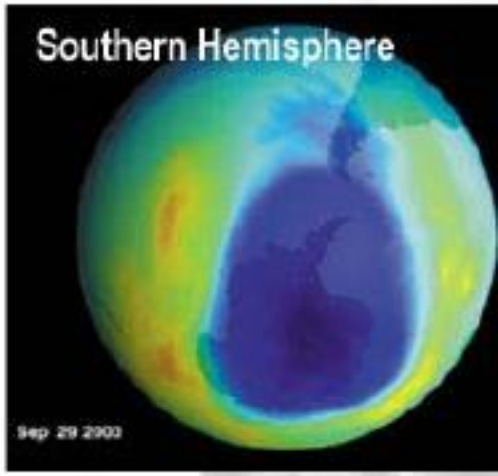
Global Warming

The ozone hole

CFC Refrigerants





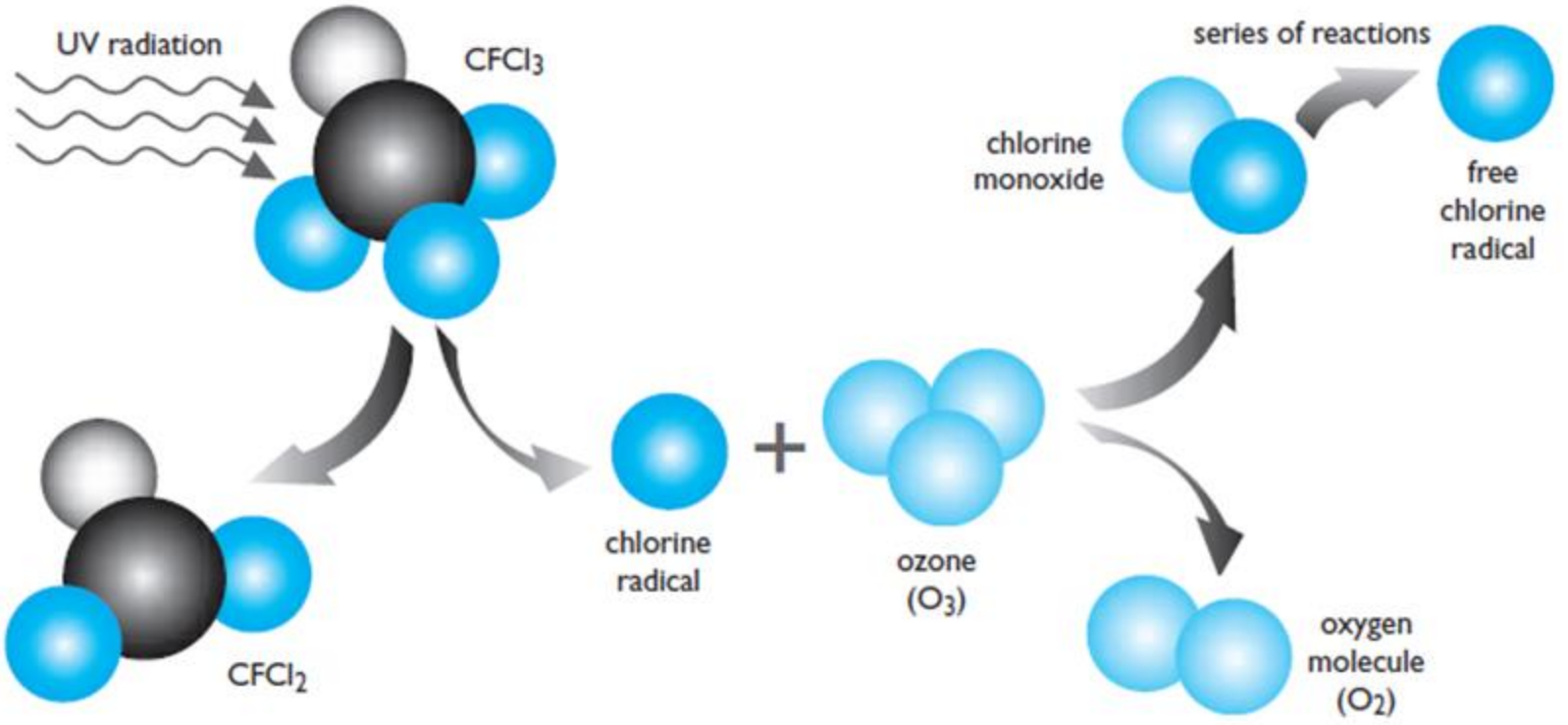


Global warming

HFC and HCFC Refrigerants

http://mohandes-iran.com

سیستم تبرید تراکمی – تخریب لایه ازون



شکل ۵ـ۲۲. مکانیزم تخریب لایهٔ اوزن.

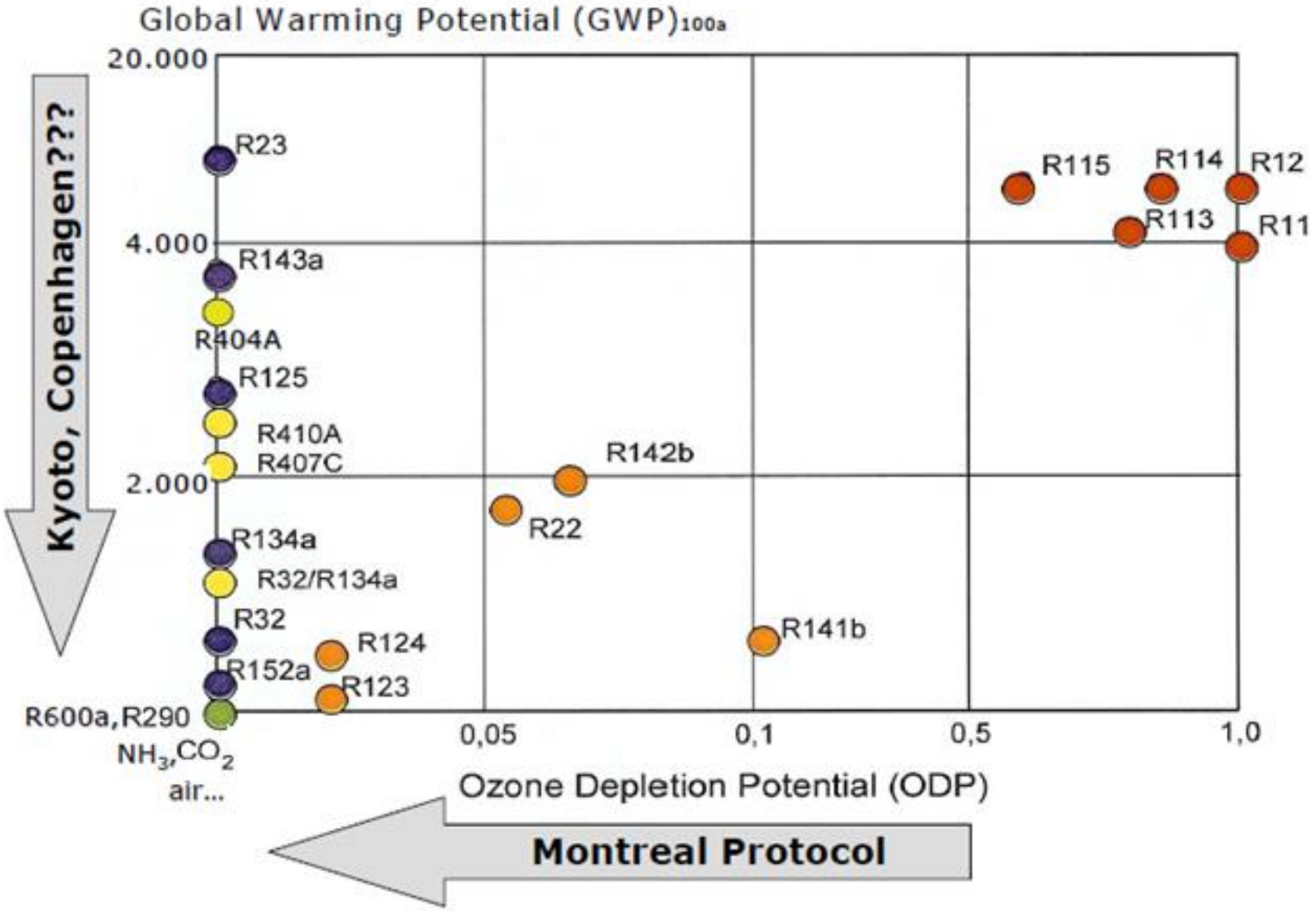
http://mohandes-iran.com

سیستم تبرید تراکمی – پتانسیل گرمایش جهانی (GWP)

Refrigerant	Composition	Global Warming Potential (GWP)
R-12	CFC-12	10,900
R-22	HCFC-22	1,810
R-134a	HFC-134a	1,430
R-404A	HFC blend	3,922
R-407A	HFC blend	2,107
R-407F	HFC blend	1,825
HFO-1234yf	HFO-1234yf	4
R-290	Propane	3.3
R-600a	Isobutane	3
R-717	Ammonia (NH_3)	0
R-744	Carbon Dioxide (CO_2)	1
R-1270	Propylene	1.8

http://mohandes-iran.com

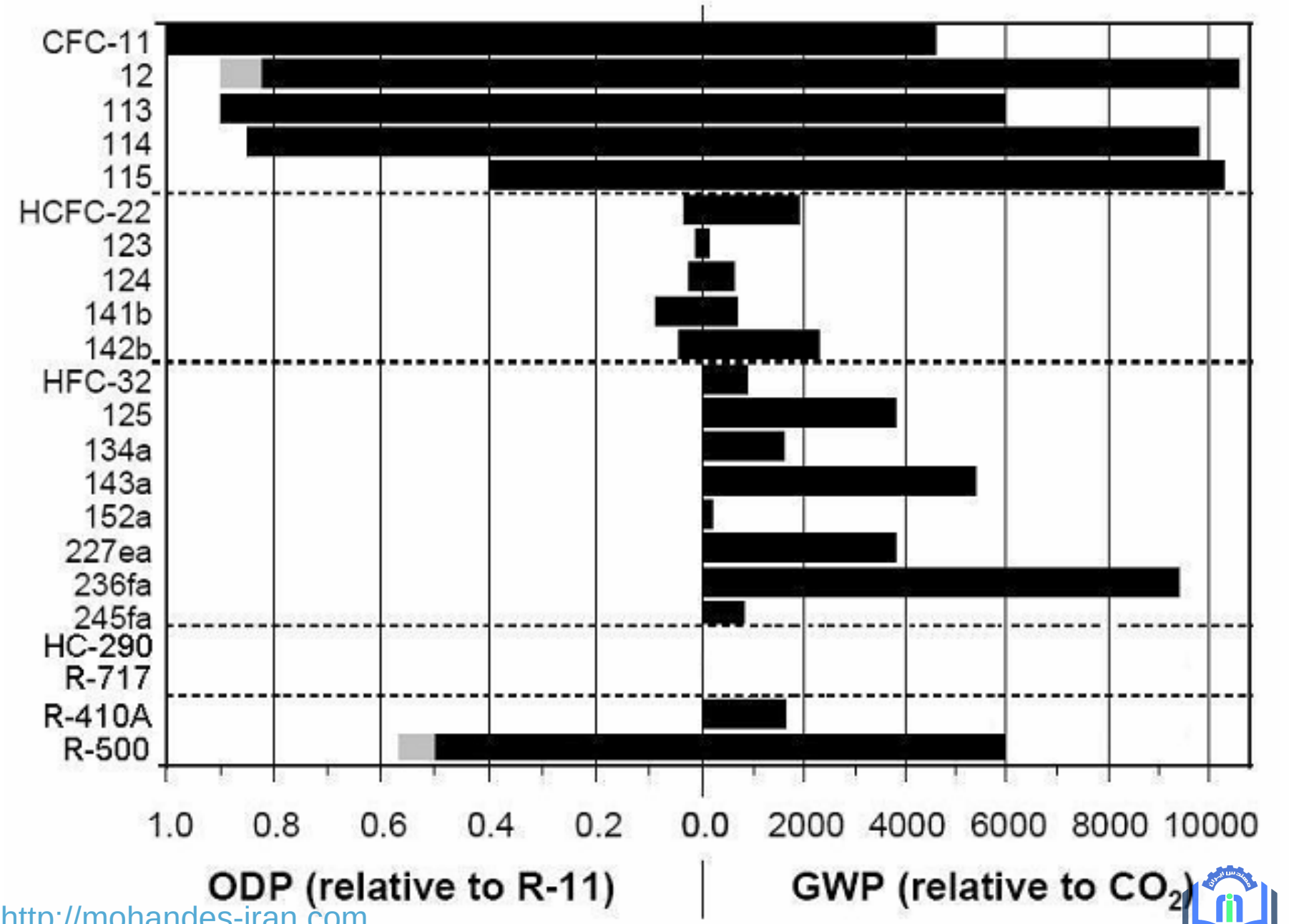
سیستم تبرید تراکمی – GWP و ODP مبردها



شکل ۵ـ۲۳. مقایسهٔ ODP و GDP برخی مبردها.

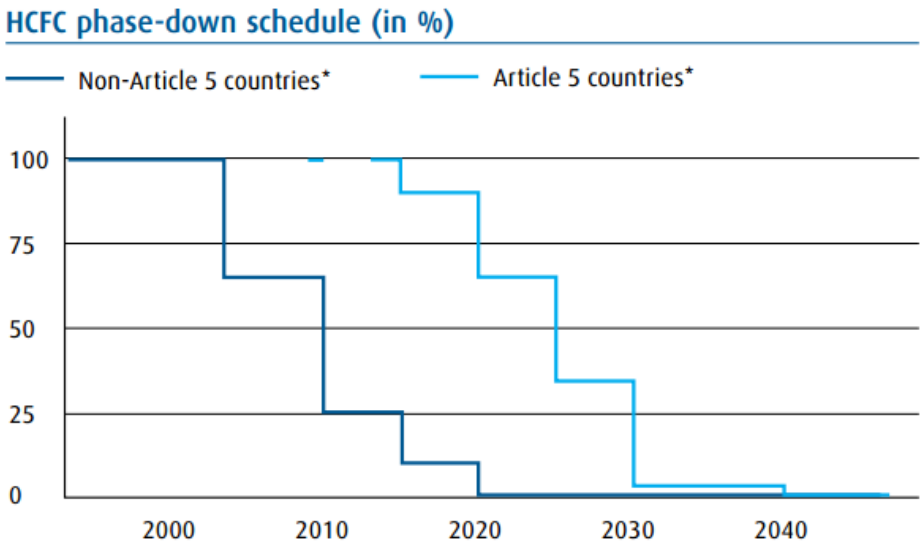
http://mohandes-iran.com

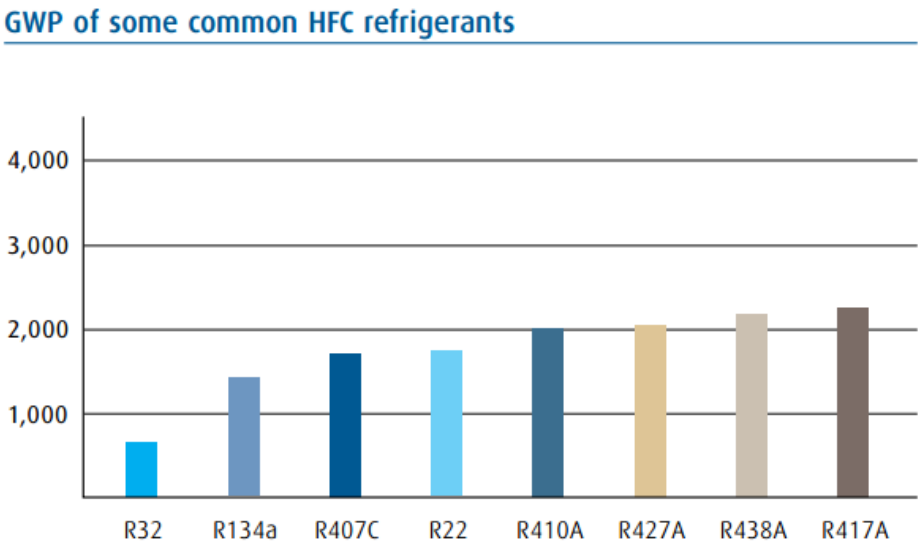
سیستم تبرید تراکمی – GWP و ODP مبردها



http://mohandes-iran.com

سیستم تبرید تراکمی – برنامه حذف مبردهای HCFC





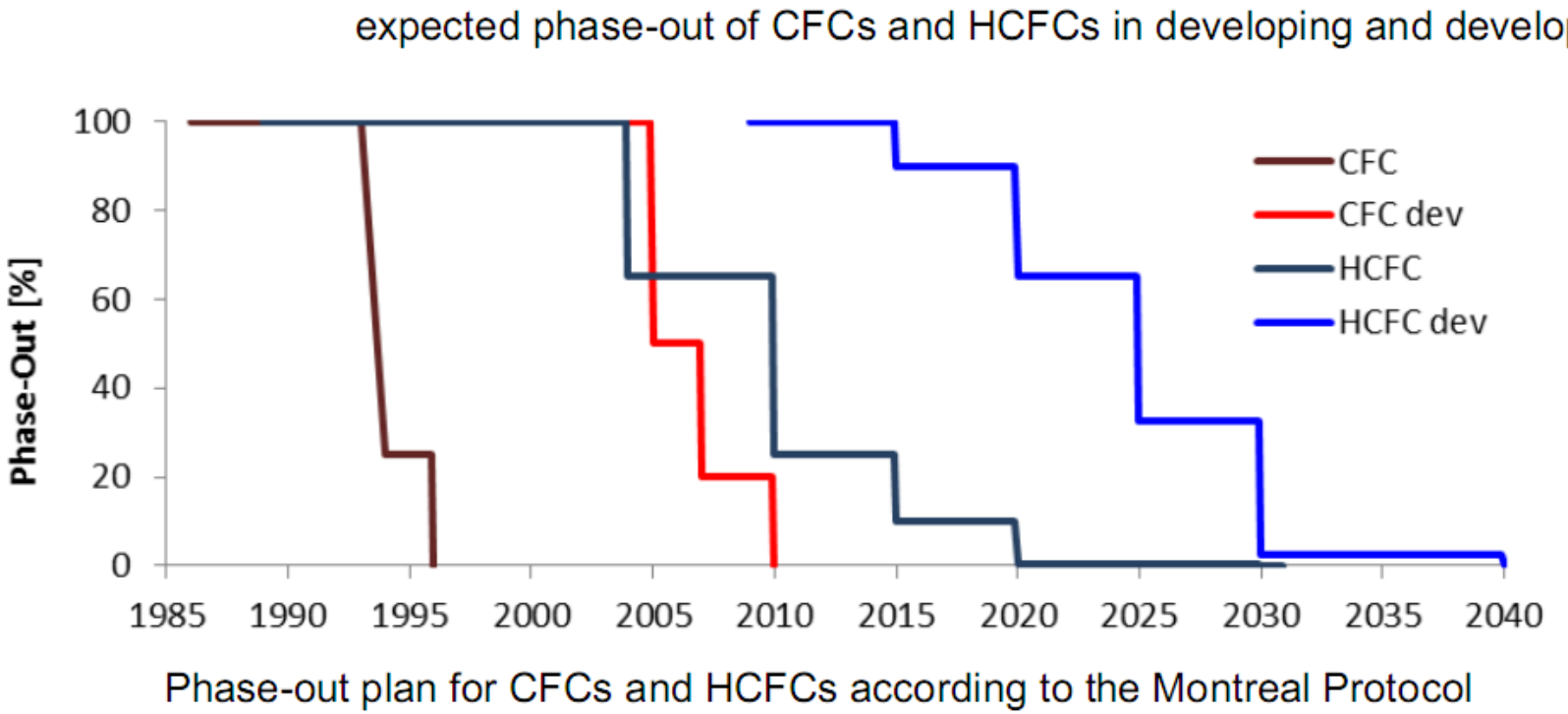
List of Parties categorized as operating under Article 5 paragraph 1 of the Montreal Protocol (considered as developing countries)

23. Cambodia	60. India	97. Oman	134. Tunisia
24. Cameroon	61. Indonesia	98. Pakistan	135. Turkey
25. Cape Verde	62. Iran (Islamic Republic of)	99. Palau	136. Turkmenistan

http://mohandes.iran.com

Source: http://ozone.unep.org/new_site/en/parties_under_article5_para1.php?na5

سیستم تبرید تراکمی – برنامه حذف مبردهای HCFC



http://mohandes-iran.com

Worldwide efforts (by UN's leading)

● Ozone depletion ⇒ ◇ **Montreal Protocol** ;
- CFC reduction started from '87
- HCFC reduction target was set in '92 and started to reduce

Advanced countries	~~CFC (R12)~~	⇒	~~HCFC (R22)~~	⇒	HFC (R410A)	⇨ ?
Developing countries		⇒	HCFC (R22)	⇒	HFC (R410A)	⇒ ?

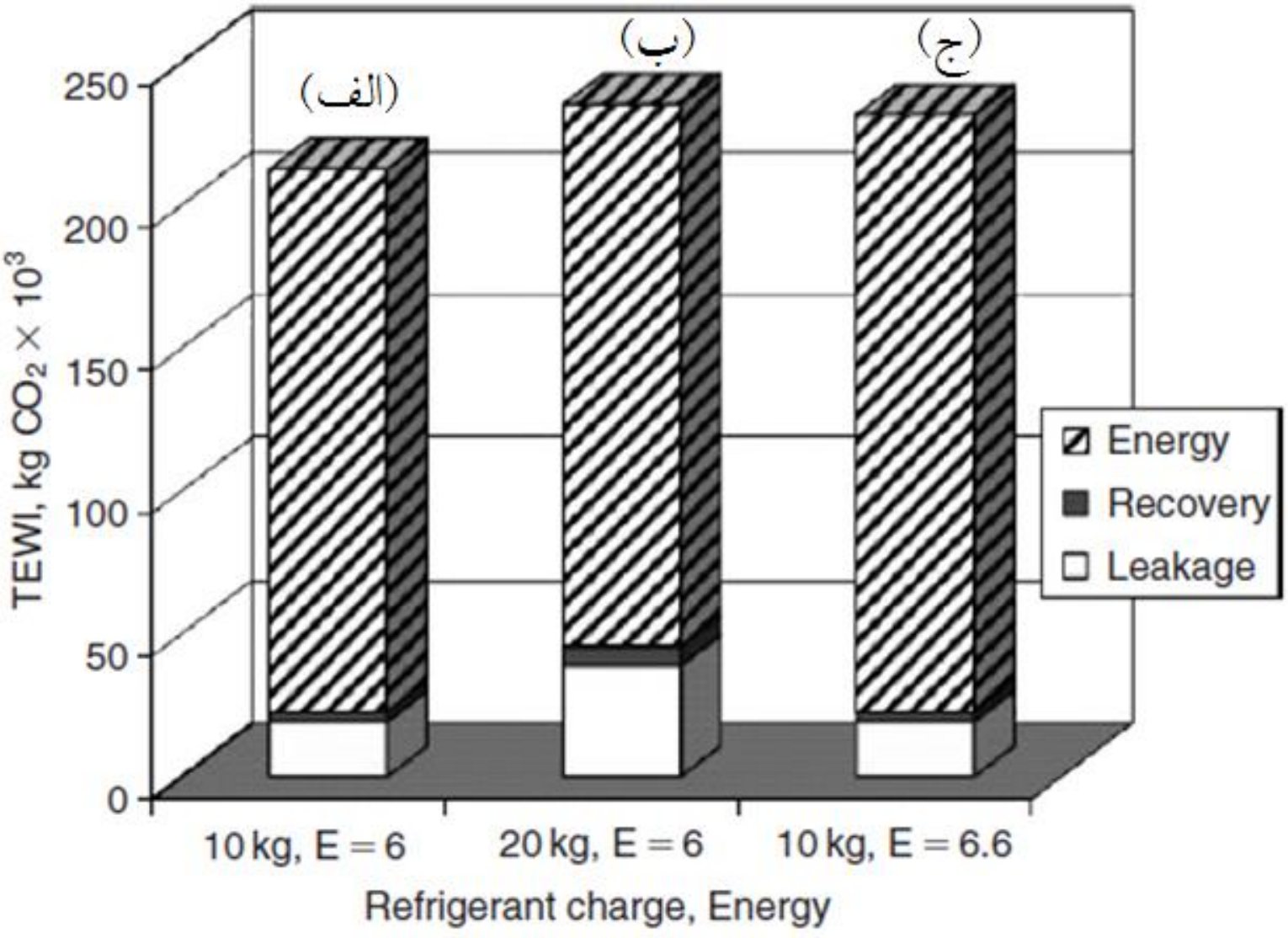
•Low GWP HFC
•HC , •Natural

● Global warming (Climate change) ⇒ ◇ **Kyoto Protocol** ;
adopted in '97 and have been discussed and done

Advanced countries	CO2 reduction mainly in EU countries and Japan
Developing countries	First of all, advanced countries should owe the CO2 reduction burden.

http://mohandes-iran.com

سیستم تبرید تراکمی – معیار گرمایش کلی معادل مبردها



شکل ۵ـ۲٤. مقایسهٔ **TEWI** یک سیستم برودتی در شرایط مختلف.

http://mohandes-iran.com

سیستم تبرید تراکمی – مبرد

جدول ۵ـ۱. مبردهای مرسوم در سال‌های قبل از اعمال محدودیت‌های زیست محیطی.

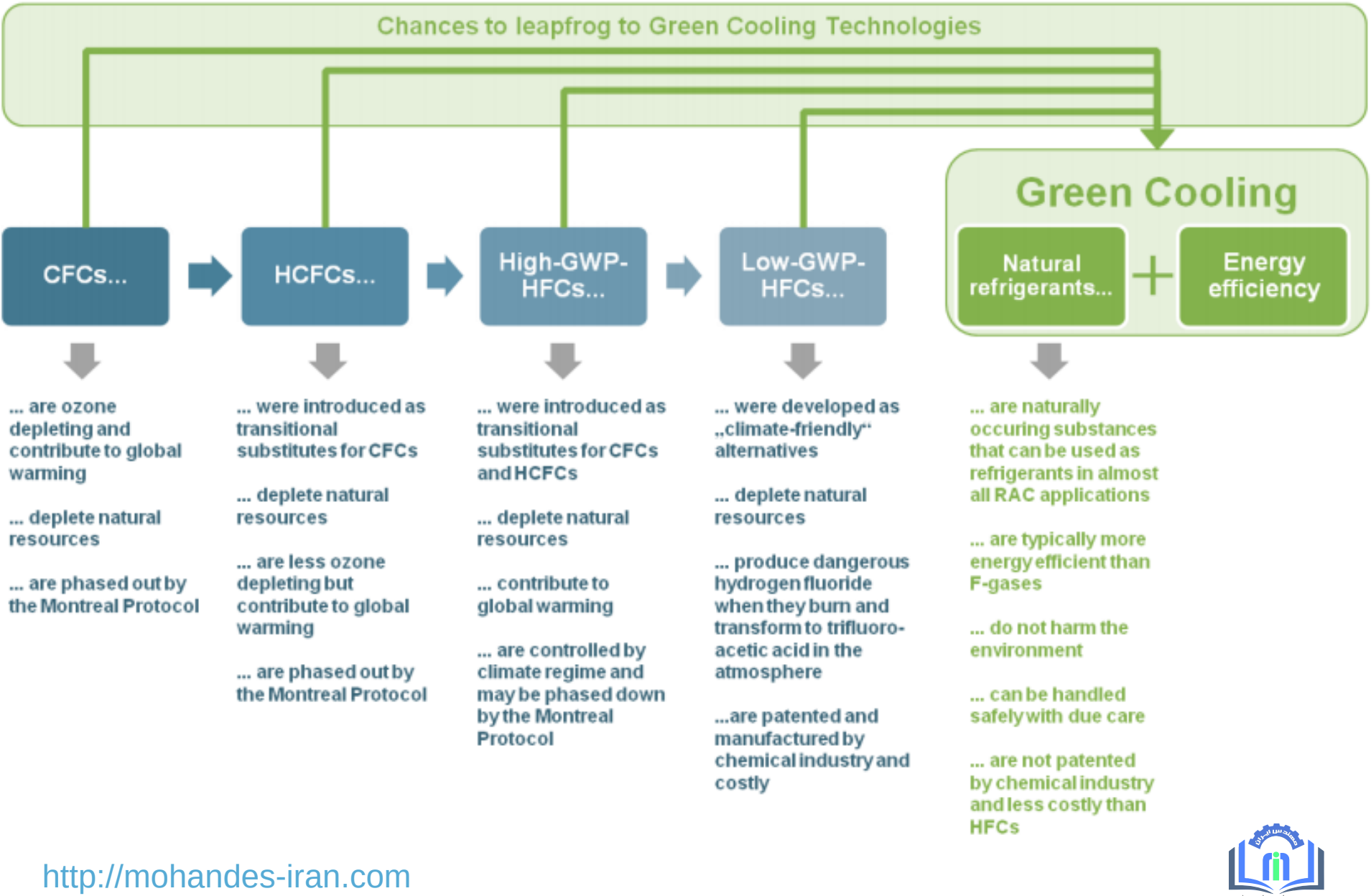
مبرد	کاربرد
R۱۱	چیلرهایی که دارای کمپرسور سانتریفوژ باشند
R۱۲	سیستم‌های تبرید خانگی و کوچک مانند: یخچال، فریزر، آب سردکن سردخانه‌های کوچک و کولر خودرو
R۲۲	دستگاه‌های تهویهٔ مطبوع، چیلرها سیستم‌های تهویهٔ مطبوع کوچک (کولر گازی) سردخانه‌ها
R۵۰۲	سردخانه‌ها مخصوصاً سردخانه‌هایی با دمای پایین سردخانه‌های متحرک
(R۷۱۷) آمونیاک	سردخانه‌های بزرگ

جدول ۵ـ۲. مبردهای جایگزین برای مبردهای مورد اشاره در جدول ۵-۱

مبرد قبلی	مبرد جایگزین
R۱۲	R۱۳۴a و ایزو بوتان(R۶۰۰a)
R۲۲	R۴۱۰A، R۴۰۷C ، R۴۰۴A و R۱۳۴a و پروپان(R۲۹۰)
R۵۰۲	R۴۰۴A و R۵۰۷
(R۷۱۷) آمونیاک	نیازی به جایگزینی ندارد، ضمن اینکه استفاده از آن رو به افزایش است.

http://mohandes-iran.com

سیستم تبرید تراکمی – مبرد



http://mohandes-iran.com

■ Characteristics of natural refrigerants

		ODP	GWP	Flammability	Toxicity	Natural Substance
Natural Refrigerant	CO2	0	1	–	–	Yes
	HC	0	3	++	–	Yes
	NH3	0	≒0	+	+	Yes
HFC	R134a	0	1300	–	–	No
	R410A	0	1900	–	–	No
	R407C	0	1600	–	–	No
HCFC	R22	0.055	1700	–	–	No

اجزای سیستم تبرید تراکمی – وسیله کاهش فشار

شکل ۵ـ۱. نمونه‌ای از یک شیر انبساط.

شکل ۵ـ۲. نمونه‌ای از یک لولهٔ موئین.

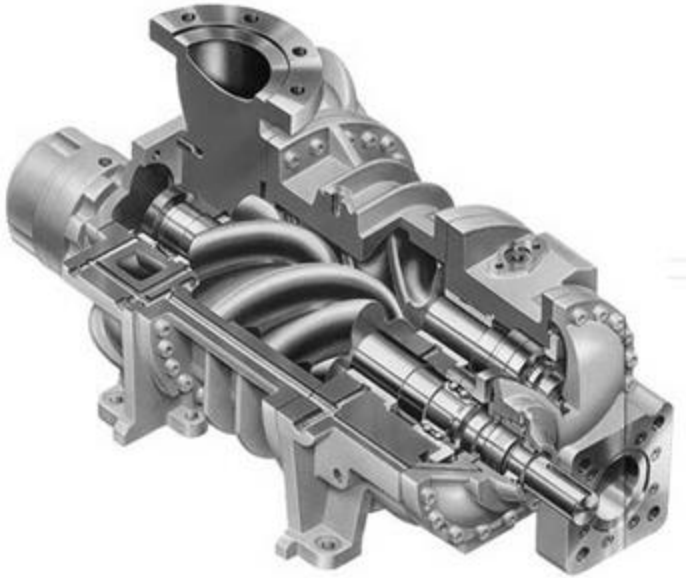
http://mohandes-iran.com

اجزای سیستم تبرید تراکمی – اواپراتور

http://mohandes-iran.com

اجزای سیستم تبرید تراکمی - کمپرسور

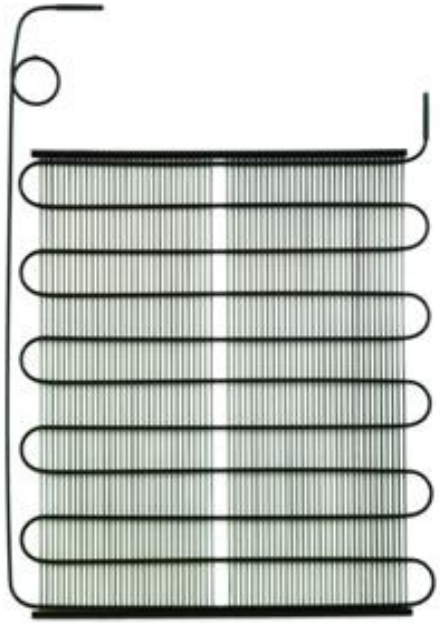
شکل ۵ـ۵. کمپرسور سیلندر پیستونی.



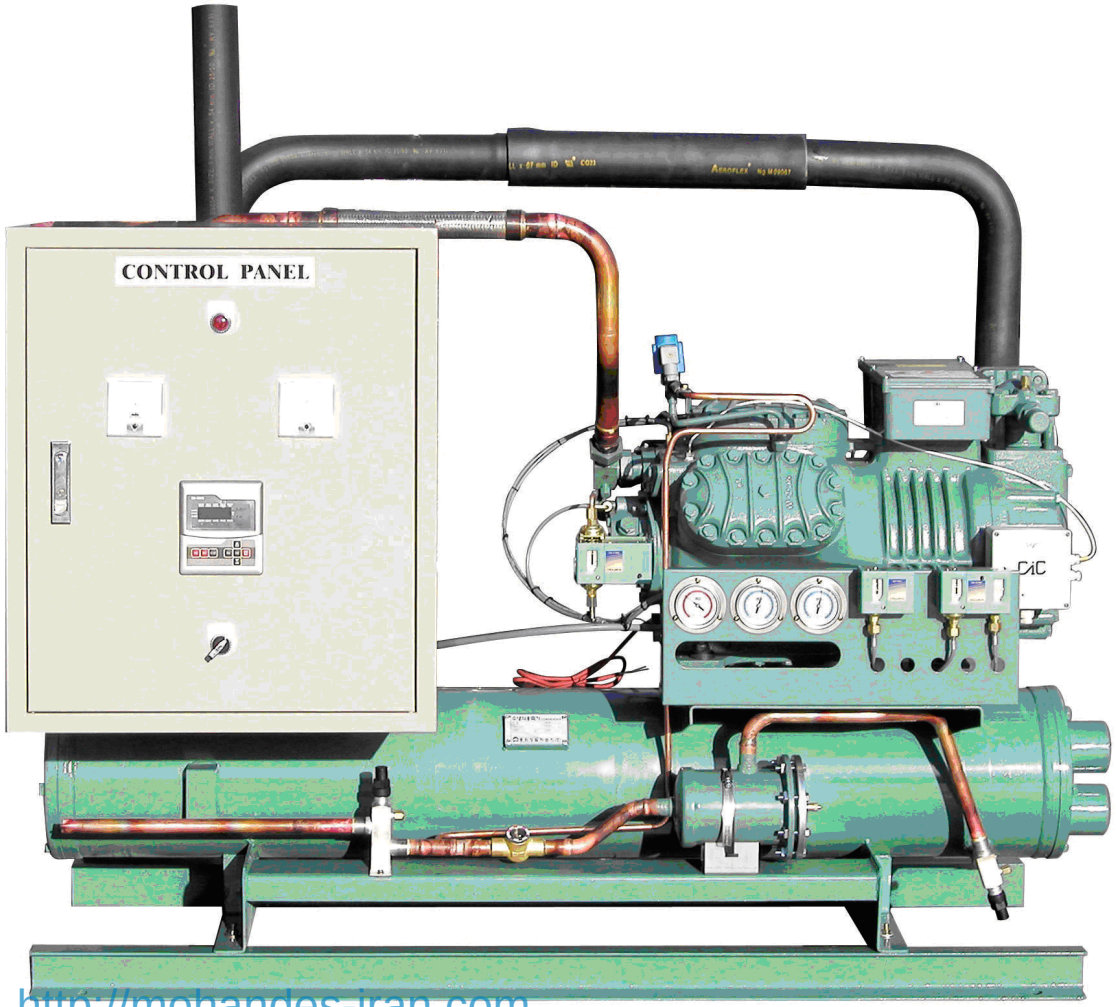
شکل ۵ـ۶. کمپرسور مارپیچ.

http://mohandes-iran.com

اجزای سیستم تبرید تراکمی – کندانسور هوایی

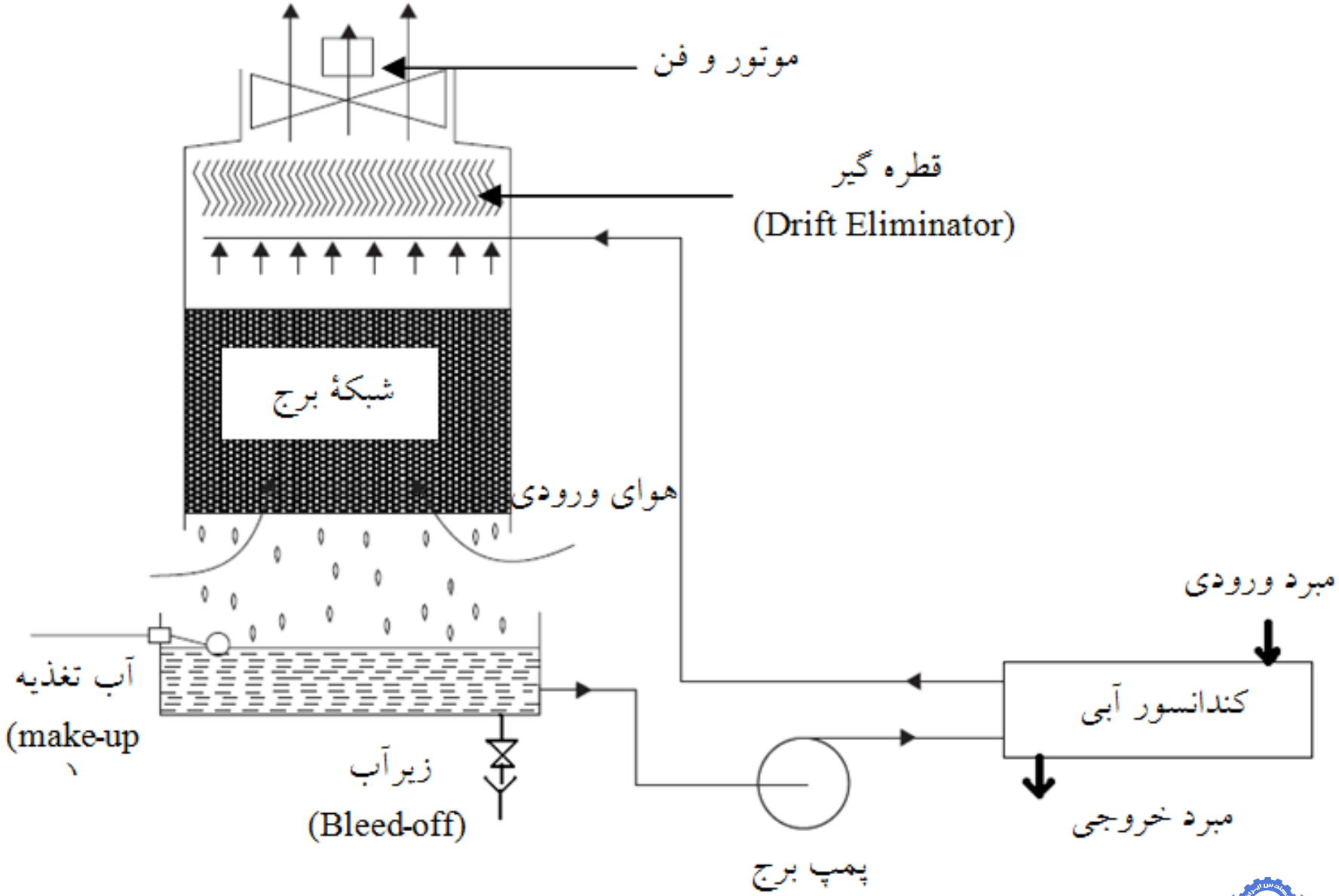


اجزای سیستم تبرید تراکمی – کندانسور آبی



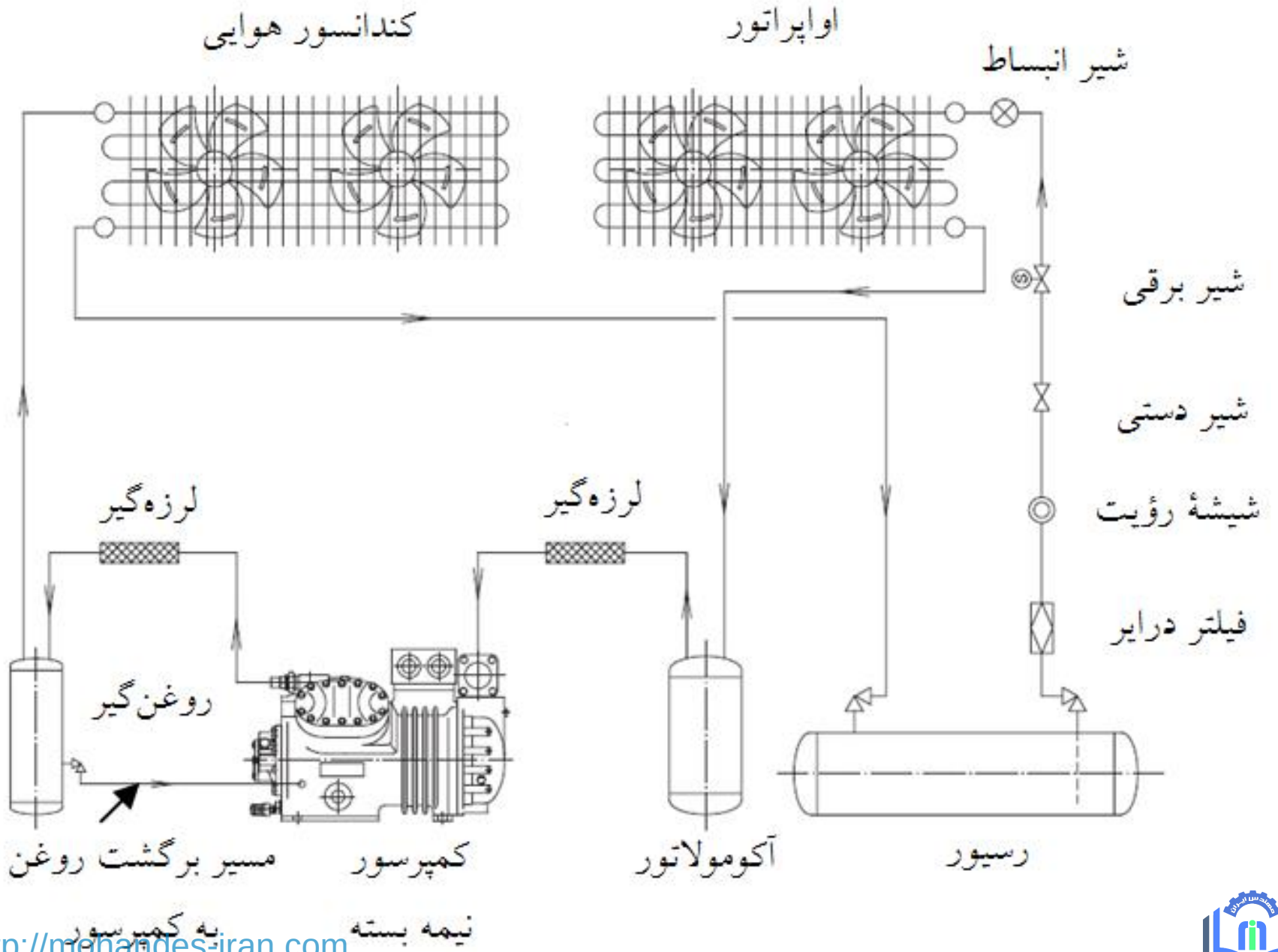
http://mohandes-iran.com

اجزای سیستم تبرید تراکمی – کندانسور آبی



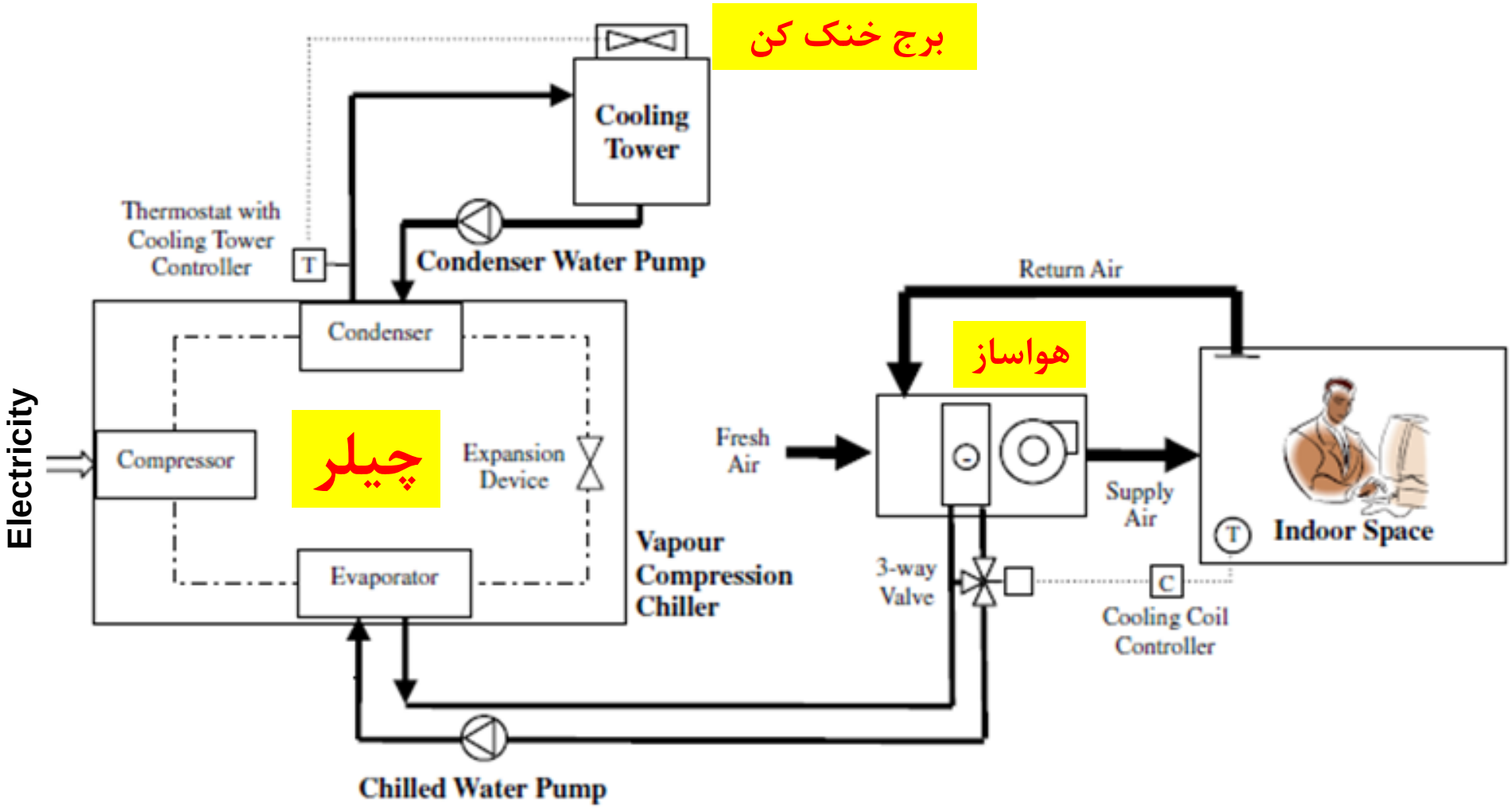
http://mohandes-iran.com

اجزای سیستم تبرید تراکمی



http://mohandes-iran.com

اجزای سیستم تبرید تراکمی



کارایی سیستم های تراکمی – معیارها

COP (Coefficient of Performance): This is defined as total cooling or heating capacity (W) per energy consumption (mainly electrical) (W).

EER (Energy Efficiency Ratio): Similar to the COP, but the performance is tested at one defined inside and outside temperature at full cooling capacity. Test conditions are derived from an ISO standard and vary slightly between countries but this does not lead to significantly different results (CLASP, 2011).

SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio): Several temperatures are included to account for different cooling needs during the course of the cooling period when a unit is not running at full capacity.

In the US the (S)EER is often given in the unit 'British Thermal Units per hour'. A division by the conversion factor of 3.412 makes a comparison with the (S)EER in W/W possible.

IPLV (Integrated Part Load Value): One value is given that includes the efficiency while operating at various capacities. The efficiency at 100%, 75%, 50% and 25% capacity is measured and it is assumed that the unit runs at these capacities at 1%, 42%, 45% and 12% respectively of its running time (AHRI standard 550/590-2003). The percentages can be varied, given the NPLV (non-standard part load value).

http://mohandes-iran.com

کارایی سیستم های تراکمی - معیارها

MEPS (Minimum Energy Performance Standards): MEPS are set by some countries to eliminate less efficient products from the market and promote those with highest efficiencies. This is often accompanied with a labelling scheme providing information to customers. MEPS are usually increased stepwise to slowly transform the market to highly efficient products.

TEWI (Total equivalent warming impact): This concept takes into account direct and indirect emissions over the lifetime (excluding indirect emissions during production and disposal) and gives one number in CO_2 equivalents (Fischer et al., 1991).

LCCP (Life Cycle Climate Performance): The LCCP expands the TEWI concept to include emissions during manufacturing.

http://mohandes-iran.com

کارایی سیستم های تراکمی - معیارها

ضریب عملکرد

$$COP_R = \frac{\text{خروجی مورد نظر}}{\text{ورودی مورد نیاز}} = \frac{Q_L}{W}$$

کارآیی یک سیستم تبرید تابعی از دماهای تبخیر و تقطیر یا اختلاف این دو دما(Temperature Lift) است. با افزایش این اختلاف میزان COP_R کاهش می‌یابد؛ بنابراین، در یک سیکل تبرید باید سعی‌شود که به منظور کاهش مصرف انرژی:

- دمای تقطیر تا حد امکان پایین باشد.
- دمای تبخیر تا حد امکان بالا باشد.

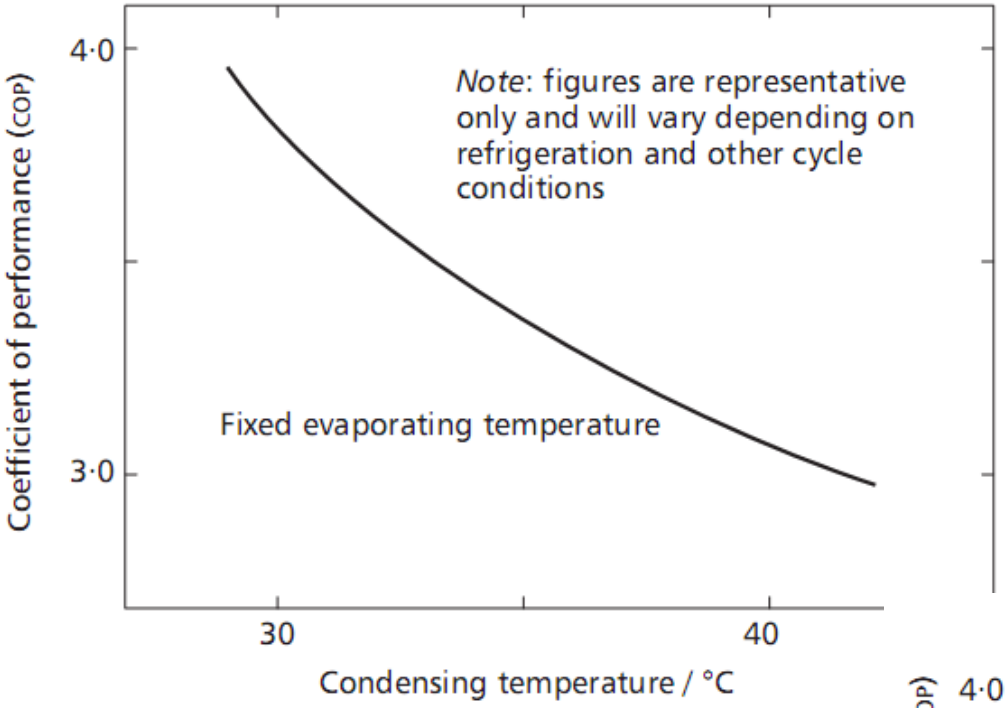
با توجه به تغییرات COP_R با اختلاف دمای تقطیر و دمای تبخیر، مقایسهٔ این پارامترها در دو سیستم تبرید بدون درنظرگرفتن دمای تقطیر و تبخیر اشتباه و گمراه‌کننده است. از این رو توصیه می‌شود که همیشه در هنگام مقایسهٔ COP_R دو یا چند سیستم تبرید به این امر توجه شود.

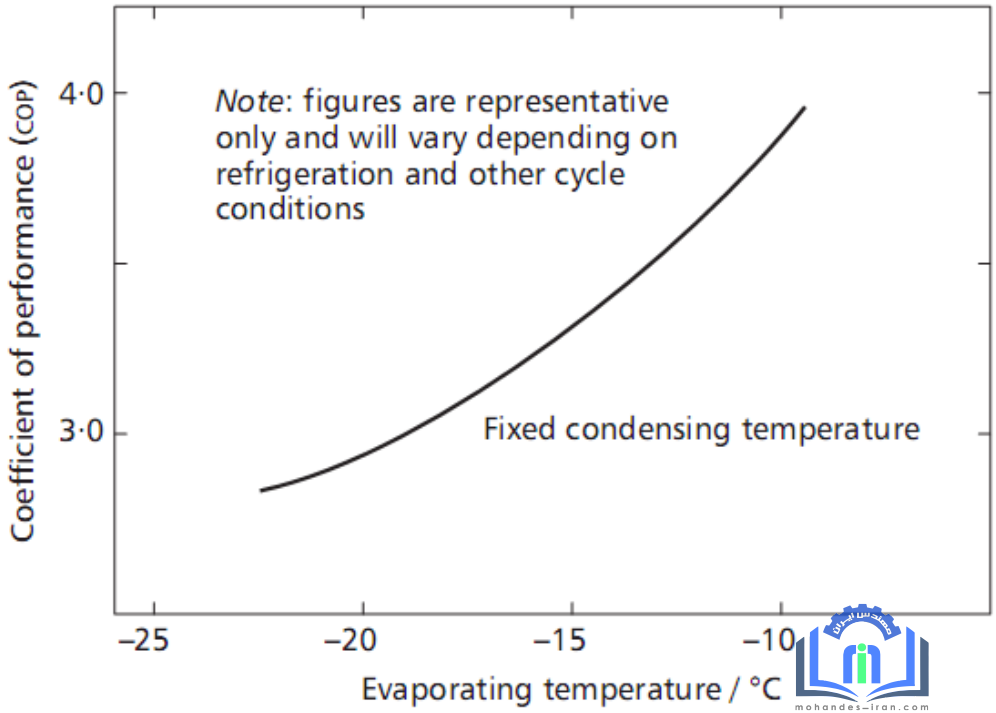
البته پارامترهای دیگری غیر از Temperature Lift نیز بر مقدار COP_R تأثیر دارند، مانند:

- راندمان انواع متفاوت کمپرسور؛
- مقدار مبرد شارژشده در سیستم (بیش از حد یا کمتر از مقدار مورد نیاز)؛
- نوع مبرد انتخاب شده برای کاربرد مورد نظر؛
- میزان مافوق گرم شدن بخار ورودی به کمپرسور؛
- میزان مادون سردشدن مایع ورودی به شیر انبساط؛

http://mohandes-iran.com

کارایی سیستم های تراکمی – معیارها





http://mohandes-iran.com

- اشاره به بند ۴ مصوبه هیئت دولت و ریاست محترم جمهوری شماره ۹۴۰۲۵/ت ۴۲۴۰۰ مورخ ۸۸/۵/۷

وزارتخانه های امور اقتصاد و دارایی ، بازرگانی ، صنایع و معادن و نیرو موظفند به نحوی برنامه ریزی نمانید که از واردات لوازم برقی با رتبه انرژی پایینتر از B,A جلوگیری شود.

پتانسیل کاهش مصرف انرژی در صورت عدم کنترل مبادی ورود لوازم برقی و ورود کالاهای قاچاق

ورود این کالا ها از این طریق عمدتا با گرید های G و پایین تر صورت می گیرد

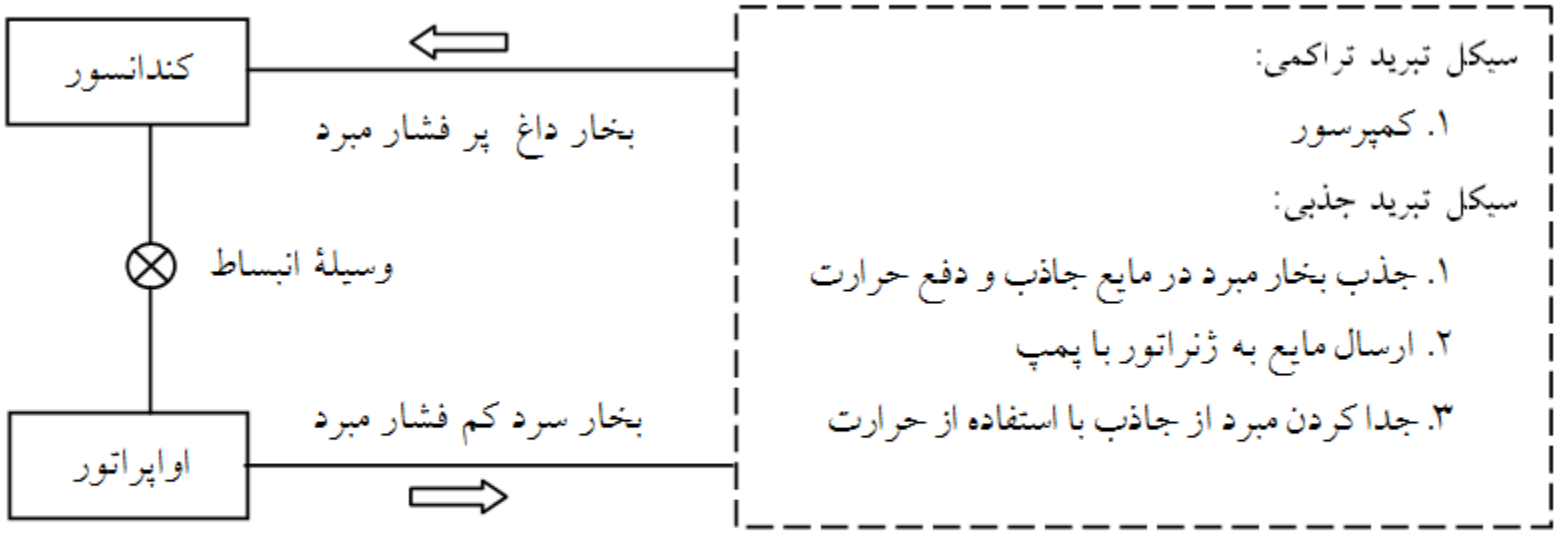
نوع وسیله برقی	آمار واردات سالیانه	اعمال کنترل در مبادی ورود	عدم اعمال کنترل در مبادی ورود	اختلاف مصرف به ازای	کل پتانسیل کاهش مصرف انرژی	پیک سایی
	(تعداد)	بهترین گرید	متوسط گرید	هر دستگاه KWh/yr	MWh/yr	MW
انواع یخچال و فریزر	۳۰۰,۰۰۰	A , A+	G و پایین تر	۵۵۰	۱۶۵,۰۰۰	۶۸
ماشین لباسشویی	۱۵۰,۰۰۰	A , A+	G و پایین تر	۲۵۰	۳۷,۵۰۰	۱۶
کولر گازی	۷۰۰,۰۰۰	A , A+	G و پایین تر	۲۵۰۰	۱,۷۵۰,۰۰۰	۲۳۳۳
جارو برقی	۷۰۰,۰۰۰	A	G و پایین تر	۳۳.۷	۲۳,۵۹۰	۱۰
بالاست	۵,۰۰۰,۰۰۰	A2	G و پایین تر	۱۲.۸	۶۴,۰۰۰	۲۶
انواع لامپ الکتریکی	۱۰میلیون - CFL	A , A+	G و پایین تر	۴.۴	۴۴,۰۰۰	۱۸
	۱۵میلیون- رشته ای	A	G و پایین تر	۱۷.۵	۲۶۲,۵۰۰	۱۰۹
زایانه وتجهیزات جانبی	۵,۰۰۰,۰۰۰	Energy Star	_	۳۷.۵	۱۸۷,۵۰۰	۷۸
کل صرفه جویی قابل دسترس					۲,۵۳۴,۰۹۰	
کل آزاد سازی ظرفیت نیروگاهی قابل دسترس (پیک سایی)						۱۵۷۰

http://mohandes-iran.com

سرمایش به کمک
روش جذبی با جاذب مایع

http://mohandes-iran.com

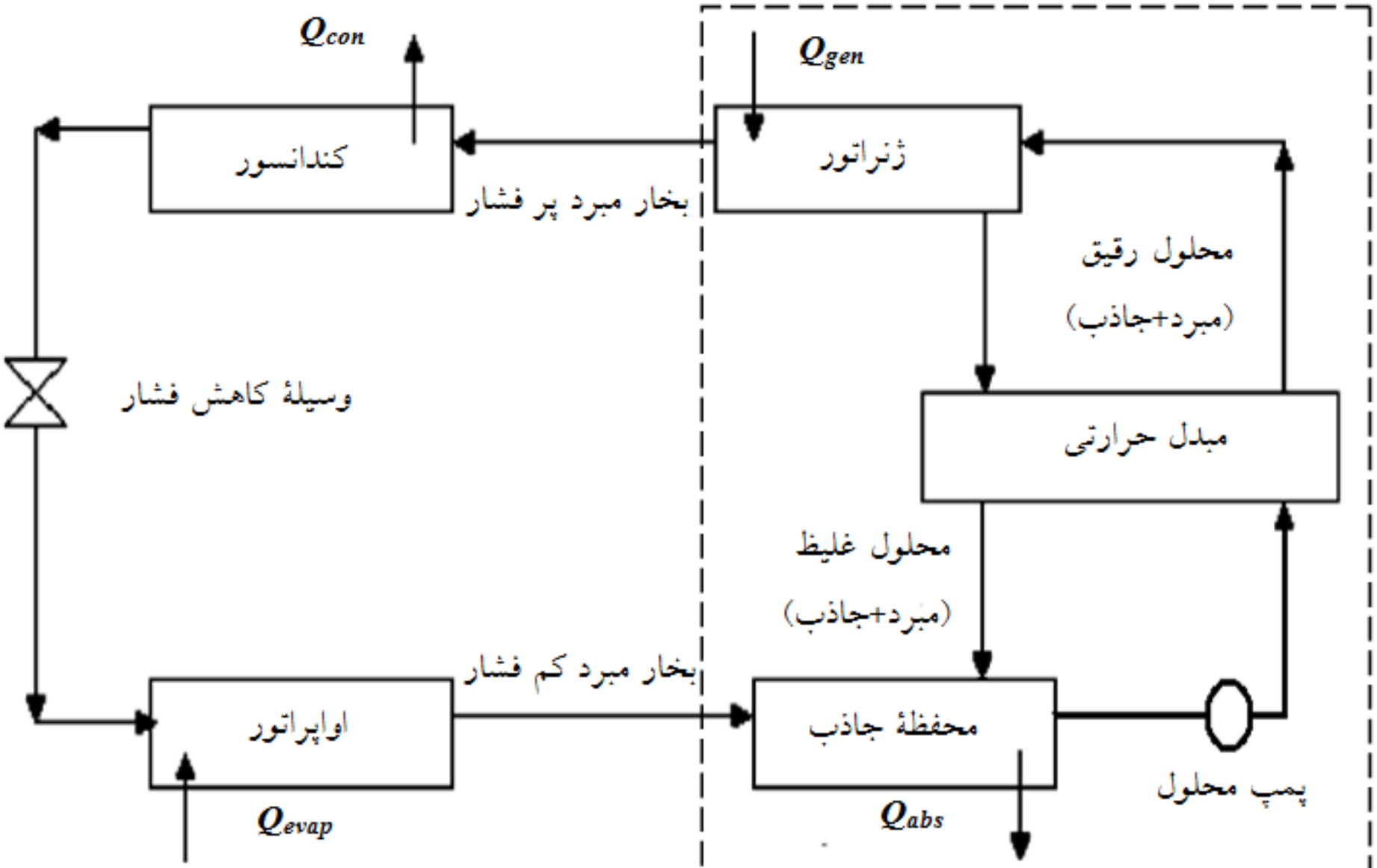
روش جذبی با جاذب مایع (Absorption)



شکل ۷-۱. تفاوت سیکل جذبی و تراکمی.

http://mohandes-iran.com

روش جذبی با جاذب مایع (Absorption)



http://mohandes-iran.com

سیستم آب ـ برومید لیتیم

در این سیستم آب به عنوان مبرد و برمید لیتیم به عنوان جاذب عمل می‌کند. این ترکیب مرسوم‌ترین ترکیب مورد استفاده در سیستم‌های جذبی است، ولی باید توجه داشت که به دلیل استفاده از آب به عنوان مبرد، دمای قابل حصول بالاتر از صفر درجهٔ سانتی‌گراد است. مرسوم‌ترین کاربرد این سیستم در تهویهٔ مطبوع برای خنک کردن آب مورد استفاده در فن‌کویل یا هواساز است. همچنین از این سیستم برای خنک کردن آب یا مایعات دیگر در صنایع شیمیایی، پتروشیمی و ... نیز استفاده می‌شود.

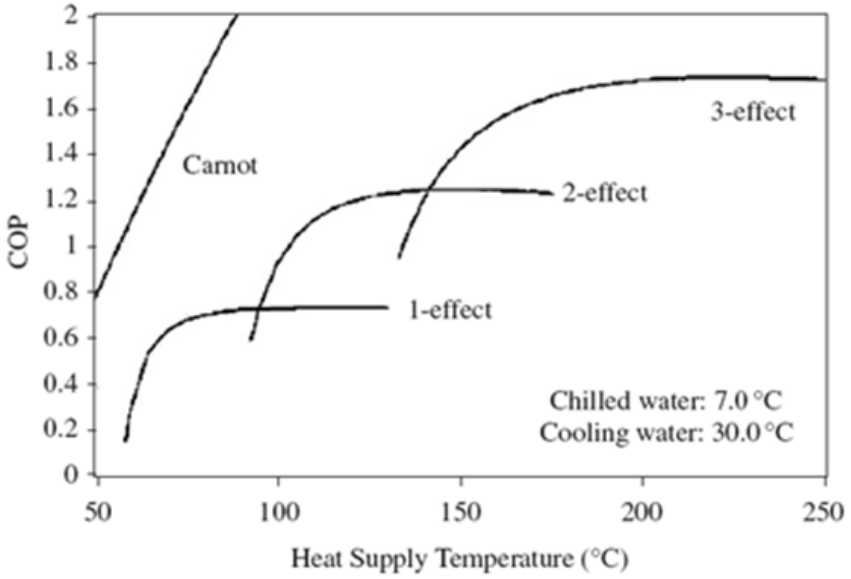
سیستم آب ـ آمونیاک

در این سیستم آب به عنوان جاذب و آمونیاک به عنوان مبرد عمل می‌کند. مزیت این سیستم نسبت به سیستم قبل، امکان کاهش دما تا زیر صفر درجهٔ سانتی‌گراد است.

http://mohandes-iran.com

مراحل حرارت‌دهی

سیکل‌های تبرید جذبی بر حسب تعداد ژنراتور مورد استفاده به تک‌اثره ، دواثره۲ و سه‌اثره۳ تقسیم‌بندی می‌شوند. البته از نظر تئوری محدودیتی در افزایش تعداد مراحل وجود ندارد، ولی مرسوم‌ترین سیکل‌های عملی مورد استفاده سیکل‌های تک اثره و دو اثره هستند. کارآیی سیکل‌های دو اثره بالاتر از سیکل‌های تک اثره است، ولی در عوض دمای مورد نیاز بیشتر است.



شکل ۷ـ۲۰. مقایسهٔ سیکل‌های یک، دو و سه اثره با یکدیگر و سیکل کارنو.

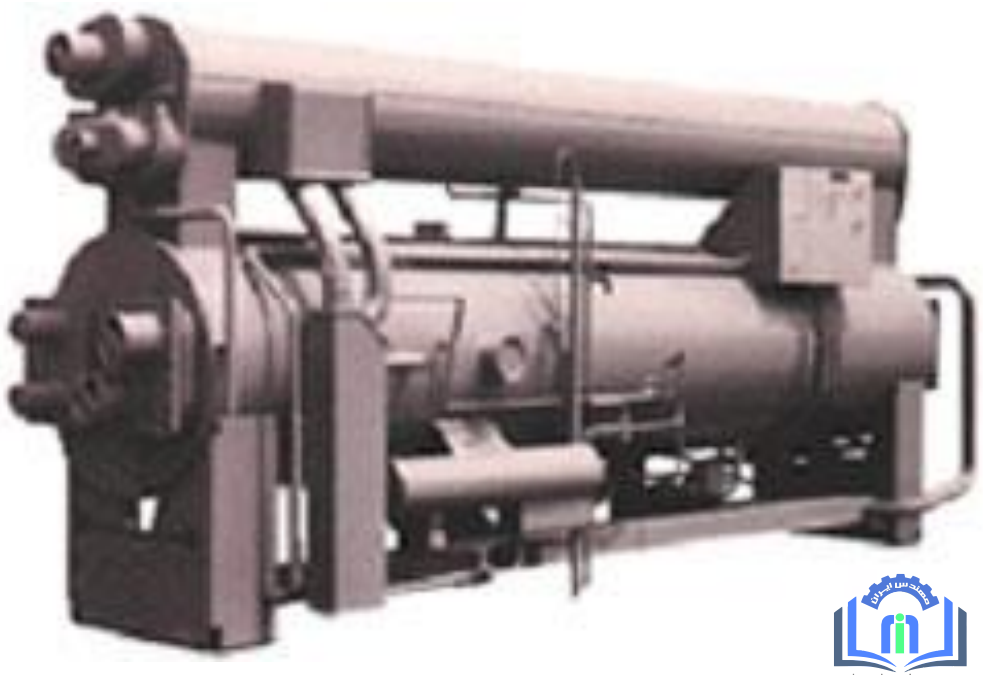
http://mohandes-iran.com

منبع تأمین حرارت

با آنکه امروزه تحقیقات زیادی در زمینهٔ امکان کاهش دمای مورد نیاز در ژنراتور در جریان است، ولی پایین‌ترین دمای مورد استفاده در سیستم‌های آب‌ـ برومید لیتیم تک مرحله‌ای فعلی ۸۰ - ۱۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد است. البته دمای مورد نیاز در سیستم‌های دو مرحله‌ای و آمونیاک‌ـ آب از این مقدار بیشتر است. از این رو معمولاً از آب داغ ، بخار یا حرارت زاید یا خروجی صنایع برای تأمین حرارت مورد نیاز استفاده می‌شود. البته استفاده از انرژی خورشیدی، حرارت خروجی از اگزوز موتورهای احتراقی، حرارت خروجی از توربین‌ها و انرژی زمین گرمایی نیز از دیگر روش‌های ممکن برای تأمین حرارت مورد نیاز در سیستم‌های جذبی هستند. یکی دیگر از راه‌های تأمین حرارت استفاده مستقیم از حرارت سوخت در حین احتراق است. این سیستم‌ها به سیستم‌های شعلهٔ مستقیم موسوم هستند. در مقابل به سیستم‌هایی که حرارت از طریق یک واسطه به ژنراتور منتقل می‌شود، سیستم‌های Indirect Fired گفته می‌شود.

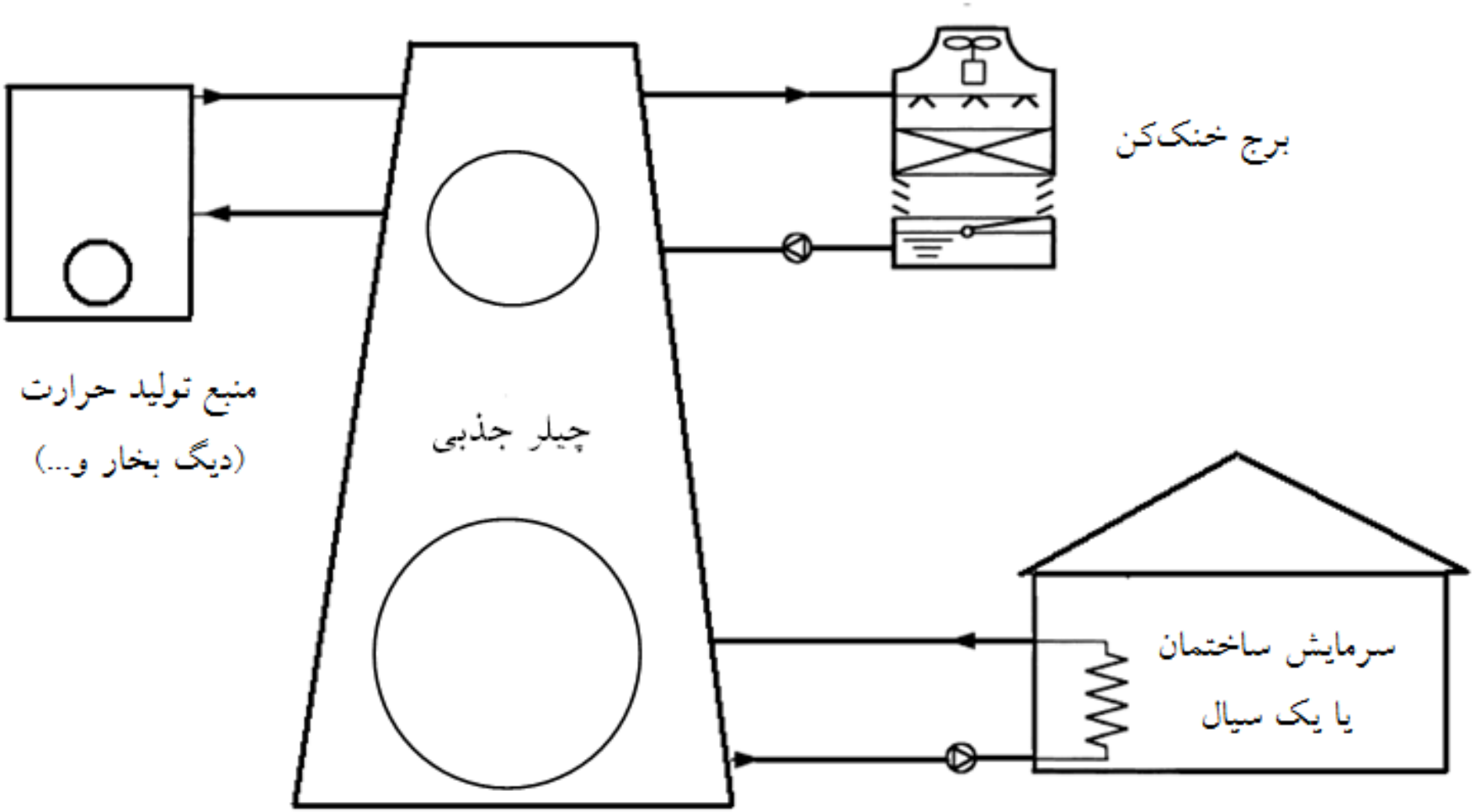
http://mohandes-iran.com

روش جذبی با جاذب مایع (Absorption)



http://mohandes-iran.com

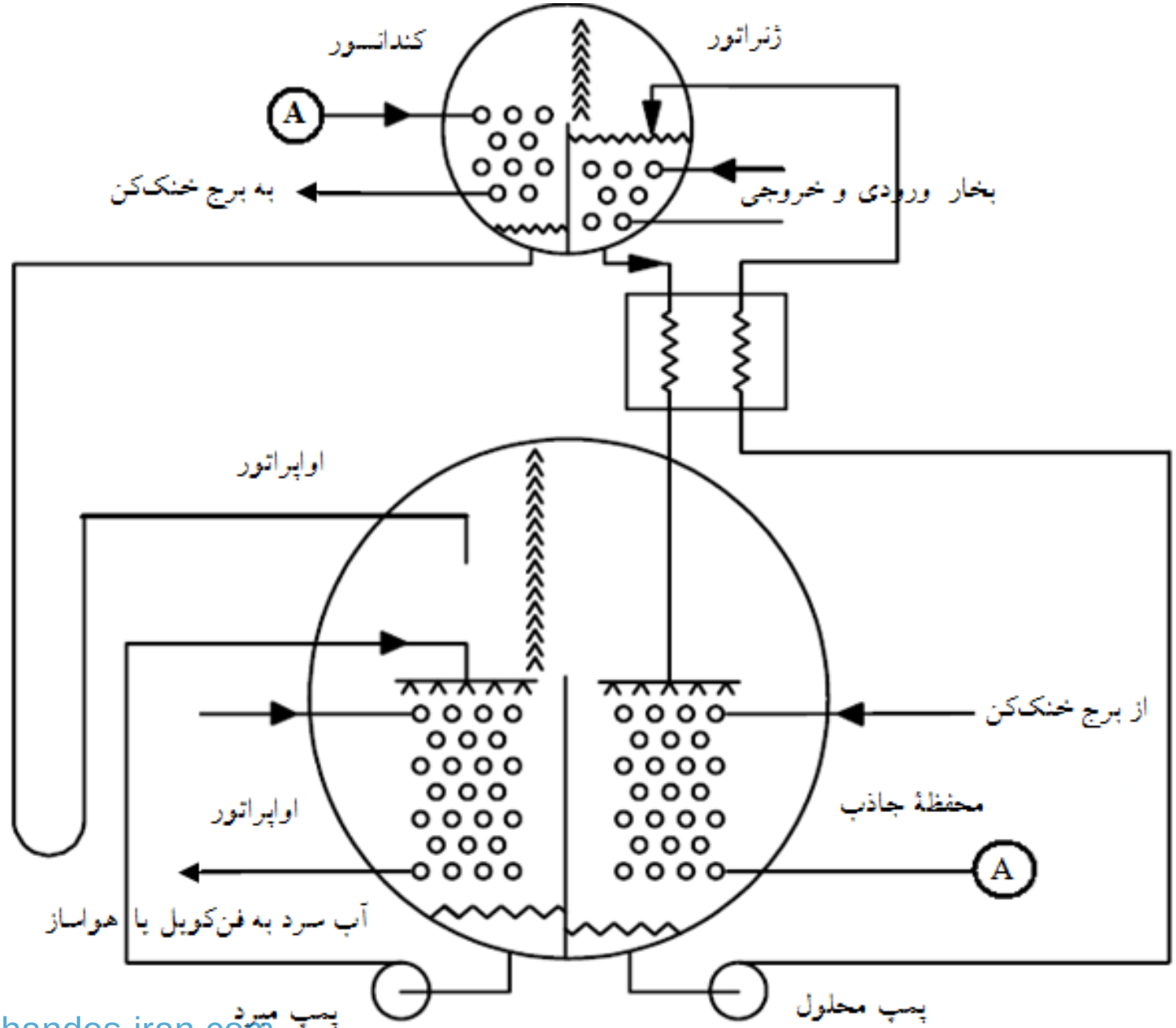
روش جذبی با جاذب مایع (Absorption)



شکل ۳-۷. تجهیزات جانبی یک چیلر جذبی.

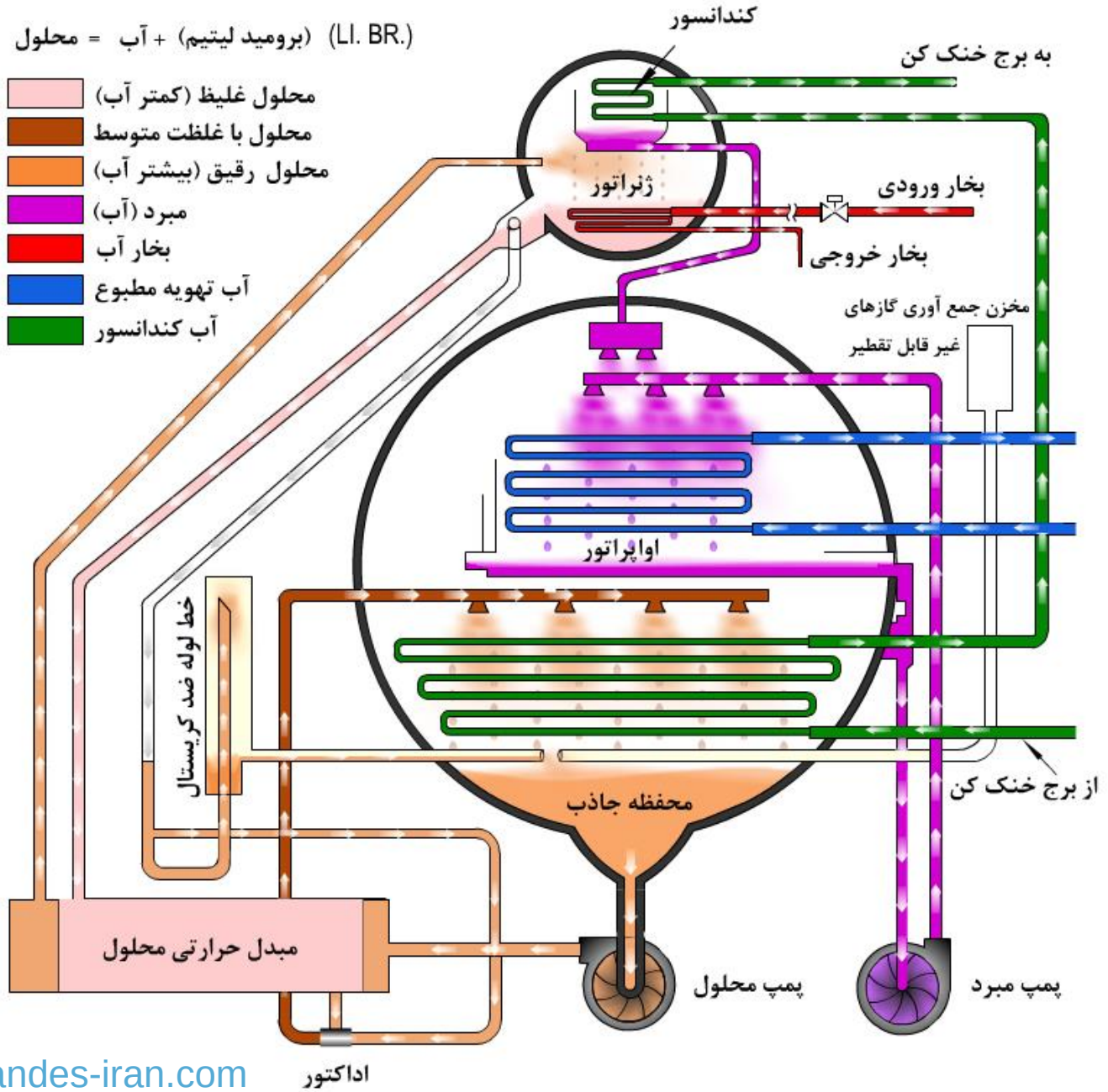
http://mohandes-iran.com

روش های مرسوم برای تولید برودت – سیستم تبرید جذبی



http://mohandes-iran.com

روش های مرسوم برای تولید برودت – سیستم تبرید جذبی



http://mohandes-iran.com

مقایسه کارایی روش های سرمایش جذبی و تراکمی

چیلر تراکمی با

COP=3

۱ واحد سرمایش

۳۳درصد

انرژی مفید

نیروگاه حرارتی

با راندمان ۳۳ درصد

۱ واحد انرژی

سوخت

$$COP_R = \frac{\text{خروجی مورد نظر}}{\text{ورودی مورد نیاز}} = \frac{Q_L}{W}$$

۱ واحد سرمایش

۱ واحد انرژی سوخت

چیلر جذبی با

COP=1

$$COP_{abs} = \frac{\text{خروجی موردنظر}}{\text{ورودی مورد نیاز}} = \frac{Q_{evap}}{Q_{gen}}$$

مقایسهٔ ضرایب عملکرد سیستم‌های تبرید جذبی و تراکمی

http://mohandes-iran.com

ادامه دارد ...